كراسات الثقافة العلمية

سلسلة غير دورية تعنى بتيسير المعارف والمفاهيم العلمية

قصة الكيمياء

من العصر الحجرى إلى التكنولوجيا الحيوية

رئيس التحرير : د. أحمد شوقى
مدير التحرير : أ. أحمد أمين

أستاذ دكتور
أحمد عبدالله السماحى

أستاذ دكتور
فتح الله الشيخ








قصـــة الكيمـيـــاء

«من العصر الحجرى إلى التكنولوجيا الحيوية»

أستاذ دكتور

أحمد عبد الله السماحى

أستاذ دكتور

فتـح الله الشـيخ



الناشر

المكتبة الأكاديمية

شركة مساهمة مصرية

٢٠٠٦

قصـــة الكيميـــاء

«من العصر الحجرى إلى التكنولوجيا الحيوية»

أستاذ دكتور
أحمد عبد الله السماحى

أستاذ دكتور
فتح الله الشـيخ



الناشر
المكتبة الأكاديمية
شركة مساهمة مصرية

٢٠٠٦

حقوق النشر

الطبعة الأولى ٢٠٠٦م - ١٤٢٦هـ

المكتبــة الأكاديميــة

شركة مساهمة مصرية

رأس المال المصدر والمدفوع ٩,٩٧٣,٨٠٠ جنيه مصرى

١٢١ شارع التحرير - الدقى - الجيزة

القاهرة - جمهورية مصر العربية

تليفون :٧٤٨٥٢٨٢-٣٣٦٨٢٨٨(٢٠٢)

فاكس : ٧٤٩١٨٩٠(٢٠٢)

كراسات الثقافة العلمية

هذه السلسلة :

تمثل تلبية صادقة للمساهمة فى الجهود التى تعنى بتيسير المعارف والمفاهيم العلمية لقراء العربية . إن هذا المجال المهم ، الذى نأمل أن يساعد فى إدماج ثقافة العلم ومنهجه فى نسيج الثقافة العربية ، يحتاج إلى طفرة كمية ونوعية هائلة ، وإلى فرز للجيد والردئ والنافع غير النافع ، بل وإلى كشف الاتجاهات المعادية للعلم ، حتى وإن قدمت باسم العلم . إننا ننطلق من قناعة كاملة بتقدير ثقافتنا العربية / الإسلامية الأصيلة للعلم والعلماء ، ومن استناد إلى تاريخ مشرف للعطاء العلمى المنفتح على مسيرة العطاء العلمى للإنسانية فى الماضى والحاضر والمستقبل ، ومن تطلع إلى أن نستعيد القدرة على هذا العطاء كى نشارك فى تشكيل مستقبل البشرية ، الذى تلعب فيه الثورة العلمية والتكنولوچية دوراً محورياً كقوة دافعة ومؤثرة فى الوعى المعرفى للبشر وفى مجمل أنشطتهم ونوعية

حياتهم ، بل وفى قدرتهم على الإمساك بزمام أمورهم . وإذا كنا نؤمن بأهمية تحول مجتمعاتنا العربية إلى مجتمعات علمية فى فكرها وفعلها ، فإن ذلك لن يتأتى إلا بنشر واسع ومتميز لثقافة العلم بكل أشكالها . ونأمل أن تكون هذه السلسلة ، التى تبنتها المكتبة الأكاديمية ، خطوة على هذا الطريق .

هذه الكراسة :

تمثل إضافة مهمة إلى قصص «الثقافة العلمية»، التى تحرص هذه السلسلة على تقديمها إلى القارئ العام المهتم بتثقيف نفسه علميًّا، باعتبار أن ثقافة العلم تعد من أبرز مكونات ثقافة الحاضر والمستقبل. ورغم صغر حجم هذه الكراسات، وسلاسة العرض التى تتناسب مع جمهورها المستهدف غير المتخصص، إلا أنها تفيد الجميع؛ لذلك لا يقدر على كتابتها إلا من يمتلك الرؤية الواسعة، بالإضافة إلى الخبرة العلمية والعملية فى مجاله.

لقد أغنانى المؤلفان عن وصف الكراسة بالتمهيد الجميل

الذى تصدر عملهما، والذى أحيل القارئ إليه. ولم يبق لى إلا أن أقدمهما وأشكرهما على عطائهما المتميز. فالدكتور أحمد السماحى، نائب رئيس جامعة جنوب الوادى الأسبق، وقرينه العلمى والروحى الدكتور فتح الله الشيخ، أستاذ الكيمياء بالجامعة نفسها، يتجاوزان التقوقع فى صومعة التخصص، ويلتحمان بالعمل العام والأهلى برؤية ثقافية ومنهج علمى، يستحقان عليهما كل تحية وتقدير. لذلك نرحب بهما وبكراستهما الجديدة، ونتمنى لهما مزيداً من العطاء .

د. أحمد شوقي

يناير ٢٠٠٦

قائمة المحتويات

الصفحة

الصفحة

تمهيد

يتضمن العمل فى مجال الكيمياء كثيراً من الأشياء الرائعة، كما يتضمن المخاطر الواردة، لكنه على الدوام أمرٌ رائع أن يعمل المرء فى مجال الكيمياء التى سحرت الأقدمين وازدهرت بها حياة المعاصرين. وقد انقسم عملنا بالكيمياء إلى التدريس والبحث العلمى، وأضيف إليه حديثا الترجمة والتأليف. ومن خبرتنا مع أبنائنا الطلاب والقراء، اتضح أن تاريخ وقصة الكيمياء والكيميائيين لم يحظ بالقدر الواجب أو المستحق، من هنا وبتشجيع وتحفيز من الصديق العزيز الأستاذ الدكتور أحمد شوقى، رئيس تحرير هذه السلسلة، وبرعاية من المكتبة الأكاديمية ومديرها الأستاذ أحمد أمين، قمنا بصياغة القصة (أو القصص) التى تنتظم علم الكيمياء منذ كان سيمياء إلى أن أصبح على ما هو عليه. وقد ضمنا المتن قصصا لأبطال هذا التاريخ - السيمائيين والكيميائيين والفلاسفة وكل من رأينا أن له علاقة مؤثرة فى قصة الكيمياء.

ومراجعنا لهذه القصة وتلك القصص كثيرة، لكننا اختصرناها فى نهاية القصة على عدد محدود يمكن أن يستفيد منه القارئ ويستزيد من بعض التفاصيل التى ضاق عنها المكان هنا.

وبالله التوفيق وعليه قصد السبيل.

فتح الله الشيخ ، احمد السماحى

قسم الكيمياء - كلية العلوم بسوهاج

جامعة جنوب الوادى

صيف وخريف سنة ٢٠٠٥

مقـــدمة

للكيمياء قصة كما أن لها جغرافيا وفلسفة وتاريخاً، وللكيميائيين قصص تلتقى مع قصة الكيمياء أحياناً لكنها تحمل فى طياتها السمات الإنسانية بمزاياها وأخطائها، بنزعة المغامرة والخروج عن المألوف وحب الاستطلاع وكشف المستور. وقصة الكيمياء دون الكيميائيين تنقصها اللمسة الإنسانية الدافئة، وكذلك قصص الكيميائيين بعيداً عن الكيمياء تبدو عادية، فالبعض منهم مغامر والبعض غارق فى العلم والمعرفة ، البعض حالم والبعض الآخر واقعى حتى النخاع. وقصة الكيمياء هى قصة دراسة تركيب وبنية وخواص الأشياء المادية، وتداخلها وتفاعلاتها مع بعضها البعض. وهى قصة الطاقة فى علاقتها مع المواد الكيميائية.

وكلمة كيمياء لها أصل مصرى قديم، فقد كان اسم مصر فى سالف الزمان «كيمت» – أى الأرض السمراء أو طمى النيل الأسمر الغنى الذى أخصب تربة مصر عصوراً مديدة. وعندما أخذ الأوربيون عن العرب الفنون والعلوم

استخدموا الاسم نفسه بأل التعريف العربية ليصبح الكيمى "Alchemy" ، ثم عاد إلينا الاسم مرة أخرى فاستخدمناه؛ لندلل به على الكيمياء القديمة الممزوجة بالسحر والشعوذة والمهمومة بتحويل الفلزات إلى ذهب واكتشاف أكسير الخلود وحجر الفلاسفة، وحتى نميز بين هذه الكيمياء الأولية والكيمياء الحديثة - كيمياء ما بعد لافوازيه - أطلقنا عليها «السيمياء» أو «الخيمياء»، والاسم الأول أخف على اللسان والسمع.

كيمياء العصور الحجرية:

امتد العصر الحجرى القديم حتى قرابة ثمانية آلاف عام قبل الميلاد. وفى الفترة الأخيرة منه عرف الإنسان النار واستخدمها فى طهى طعامه من الصيد والخضراوات فى أول عملية كيميائية، استخدمت الحرارة لكسر الترابط الكيميائى فى اللحوم والخضروات، الأمر الذى ساعد كثيراً فى هضم الطعام. وخلال الفترة نفسها، مارس الإنسان الرسم على جدران الكهوف مستخدماً الفحم وقطع الصلصال الملونة، وهى

مواد كيماوية تكتسب ألوانها من مركبات كيميائية بعينها، فكبريتيد الزئبق (الزنجفر) يعطى الصلصال اللون الأحمر، بينما يأتى اللون الأحمر والأصفر من أكاسيد الحديد المختلفة واللون البنى من أكسيد المنجنيز. وكانت بعض الصبغات تستخدم مذوبة فى الدهون لتسهيل الرسم بها.

انتهى العصر الحجرى القديم وبدأ العصر الوسيط مع انتهاء آخر عصر جليدى، قبل الميلاد بثمانية آلاف عام. وفى هذا العصر عرف الإنسان ترويض الكلب وحفر جذوع الشجر لصنع القوارب، كما عرف صناعة الفخار بتحميص الصلصال فى حرارة الشمس، وهى عملية كيميائية تتحول فيها السيليكات اللينة المميهة شبه السائلة إلى نسيج شبكى متماسك شديد الترابط. وقد ظهر الفخار فى البلاد المختلفة فى تواريخ متباعدة، ففى اليابان كان ذلك منذ عشرة آلاف سنة ق.م. وفى الأمريكتين حدث منذ خمسة آلاف عام، استمر الإنسان فى العصر الحجرى الوسيط يمارس الرسم ويستخدم بعض المواد كأدوية، فكبريتيد الزئبق الأحمر (الزنجفر) وجد على بعض الجماجم، حيث كان استخدامه للتخلص من القمل والصئبان الذى يستوطن الشعر.

استمر العصر الحجرى الحديث من ستة إلى ثلاثة آلاف عام ق.م.، وفيه تعلم الإنسان صناعة الغذاء وقدح النار من الاحتكاك، وهو ما يعتبر أول تفاعل كيميائى يتم تحت سيطرة الإنسان. عرف إنسان ذلك العصر تدجين الحيوانات والغزل والنسج واخترع المحراث والعجلة والشراع وصنع قمائن الفخار النارية.

وفى الفترة من سبعة آلاف إلى ستة آلاف سنة ق.م، ظهرت مادة جديدة ليست كبقية المواد، فهى قابلة للطرق والتشكيل مما مَكّن الإنسان من صنع أدوات جديدة غير حجرية لأول مرة، وأدخلته فى عصر جديد أخذ اسمه من هذه المادة وسبائكها، إنه النحاس وسبيكة البرونز والعصر البرونزى. ومع بزوغ الحضارة التى بدأت بالزراعة ووصلت بنا إلى تكنولوجيا المعلومات والاتصالات والعولمة مروراً بالصناعة، أصبح من الممكن استحداث تقنيات تتطلب تركيبات خاصة مثل الأفران لصهر الفلزات، كما أصبح من الممكن تسجيل العمليات الكيميائية كتابة وتحسينها وتطويرها. ولعل صناعة صهر الفلزات وتشكيلها هى أكثر العمليات الكيميائية التى استمرت

تاريخيا منذ بزوغ الحضارة حتى اليوم. ومن الكتابات والقطع الأثرية الفلزية، يمكننا اليوم استرجاع كل الخطوات ومراحل تطور هذه الصناعة، والتى نطلق عليها اليوم «ميتالورچيا».

قصة الفلزات:

يتناول علم الميتالورچيا الفلزات بدءاً من معالجة الخامات المعدنية وانتهاءً بتشكيل وسبك هذه الفلزات وسبائكها لتصبح فى خدمة الحضارة البشرية. وبين وجود الفلزات فى خاماتها والشكل النهائى الحضارى لها قصة تسير أحداثها جنباً إلى جنب مع قصة الحضارة البشرية. فالفلزات تتواجد إما فلزات حرة نقية مثل الذهب (وأحياناً نادرة الفضة ونادرة جداً النحاس) أو على شكل مركبات بسيطة مثل الأكاسيد والكبريتيدات أو مركبات معقدة مثل السيليكات والكبريتات. وأكثر هذه الفلزات تواجداً فى القشرة الأرضية هو الألمونيوم يليه الحديد ثم النحاس فالفضة وأخيراً الذهب. والألومنيوم أصعبها استخلاصاً والذهب أسهلها الترتيب نفسه. فالذهب لا يوجد متحداً مع أى عنصر آخر إلا نادراً جداً فكله تقريباً

ذهب نقى على شكل عروق أو رواسب فى مصبات الأنهار، ولذلك كان الذهب أول الفلزات التى تعامل معها الإنسان من العصور السحيقة، فهو مرن لين لا يصدأ، ونادر فهو ثمين لذلك استخدمه الإنسان فى أمرين: الأول فى صناعة الحلى والزينة والثانى كمستودع للقيمة، منذ بداية استخدام النقود حتى الآن. والذهب على ندرته منتشر فى الطبيعة ويأتى فى المرتبة ٧٥ تنازليًّا حسب نسبة وجوده فى القشرة الأرضية. والذهب موجود فى مياه المحيطات بنسبة بين ٥، ٢٥٠ جزء فى كل مائة مليون جزءاً من مياه المحيط (٠,٠٠٠٠٠٠٠٥ - ٠,٠٠٠٠٠٠٢٥٠) وتبلغ كميته الكلية ٩ بلايين طن، لكن تكلفة استخراجه من مياه المحيط تفوق كثيراً قيمته الحقيقية.

وتأتى الفضة فى المرتبة ٦٦ من حيث نسبة تواجدها فى القشرة الأرضية سابقة على الذهب بتسع مراتب. ولا توجد الفضة إلا نادراً فى حالة نقية وغالباً فى سبيكة مع الذهب اسمها «إلكتروم». ولسهولة صهر الفضة وعدم نشاطها الكيميائى، استخدمت مثل الذهب فى الزينة والنقود، لكنها استخدمت فى عديد من التقنيات على طول الحضارة حتى

الآن. وقد استخدمت أملاح هاليدات الفضة فى تكنولوچيا التصوير قبل دخولنا العصر الرقمى (منذ بداية القرن التاسع عشر).

ويأتى النحاس فى المرتبة الخامسة والعشرين من حيث نسبته فى القشرة الأرضية، ولا يوجد نقيًّا إلا نادراً ومصاحباً للذهب والفضة والبزموت والرصاص، وتخليصه من أملاحه سهل لا يستدعى تقنيات متقدمة، فمجرد التسخين مع الفحم أو فى لهب فروع الشجر يمكن صهر النحاس من خاماته وأشهرها كالكوبايرايت وبورنايت، وهى خليط من أملاح الكبريتيد للنحاس مع الحديد.

والحديد الذى أطلق عليه المصريون القدماء «فلز السماء» هو الرابع من حيث نسبة تواجده فى القشرة الأرضية لا يسبقه سوى الأكسچين (الأول) والسيليكون (الثانى) والألومنيوم (الثالث). وقد تأخر اكتشاف الحديد لأنه لا يوجد إلا متحداً مع الأكسچين فى معظم الخامات وأحياناً مع الكبريت. ولشدة ارتباط الحديد بالأكسچين تلزم درجة حرارة عالية ومادة تنتزع الأكسچين من الحديد مصهوراً؛ ليخلص الحديد الناتج من

الخبث. وقد استدعى الأمر مزيداً من التطور فى تقنية بناء الأفران والتحكم فى درجات الحرارة المرتفعة لكى يصبح الحديد هو الفلز المفضل فى صناعة الآلات، الأمر الذى أخر استخدامه آلاف السنين بعد البرونز.

أما الألومنيوم، الفلز الأول فى القشرة الأرضية والعنصر الثالث بعد الأكسچين والسيليكون، فقد كان من الصعب اختزاله من مركباته لارتفاع درجة انصهاره وشدة ارتباطه بالأكسچين، لذلك اضطر هذا الفلز للانتظار حتى تتقدم تقنيات الكهرباء والتحليل الكهربى للمصاهير؛ لنستطيع تخليصه بكميات تجارية.

أخيراً جاء السيليكون - رمز الإلكترونيات الحديثة والعنصر الأكثر انتشاراً بعد الأكسچين فى القشرة الأرضية، والاثنان يكونان مركباً فى غاية الثبات هو الكوارتز. والسيليكون هو العنصر الذى يمكن أن نطلق اسمه على عصرنا الحالى امتداداً لتقليد تسمية العصور بأسماء الفلزات... مع أن السيليكون لا فلز.

وبعد، فهذه هى قشرة كوكبنا الأرض التى أمدت الحضارة والكيمياء بكل شىء، بدءاً من العصر الحجرى وأدواته ومروراً بالزراعة والتربة فالصناعة وخاماتها ثم السيليكون وعصر المعلومات والإلكترونيات.

البرونز وشعوب الشرق:

تمكن السومريون من خلط النحاس بفلز القصدير لتنتج مادة جديدة هى البرونز الذى اكتسب أهمية جعلت عصراً تاريخيًّا كاملاً يتسمى باسمه - العصر البرونزى. كان البرونز أسهل من النحاس فى السبك وأصلب منه، الأمر الذى مكّن الإنسان من إنتاج أدوات أطول عمراً مثل المعازق والمجارف والسكاكين. لم يكن العصر البرونزى عالميًّا فى تاريخه، فقد عرفته الشعوب المختلفة فى فترات زمنية متباينة، وبعض الشعوب لم تعرف حتى هذا العصر مثل فنلندا وشمال روسيا ووسط أفريقيا وجنوب الهند وأمريكا الشمالية وأستراليا واليابان. وقد قفزت حضارات تلك الشعوب من الحجر إلى الحديد مباشرة. أما فى مصر فقد عرفنا البرونز منذ ثلاثة آلاف عام ق.م. حيث

كان المصريون يستوردون القصدير من بلاد الفرس على الأغلب. وكان البرونز يصنع أحياناً من النحاس والزرنيخ. إذا لم يكن القصدير متوافراً، لكن إنتاج مثل هذا البرونز توقف بعد فترة ليست طويلة بسبب أبخرة الزرنيخ السامة التى قضت على الحرفيين فماتت الحرفة.

أما الآشوريون فقد اغتنوا من وراء البرونز، فقد كانوا يبيعون القصدير لسكان آسيا الصغرى بأسعار باهظة، مُدَّعين أنهم يجلبونه من هندكوش (فى أفغانستان حالياً) بينما هم فى الواقع يستخرجونه من منجم على سواحل آسيا الصغرى.

فلز السماء - الحديد:

عرف المصريون الحديد فى الوقت نفسه تقريباً مع البرونز منذ ثلاثة آلاف عام ق.م. وكانوا يطلقون عليه فلز السماء؛ الأمر الذى يشير إلى احتمال أن تكون العينات الأولى منه قد جاءت مع النيازك، ولذلك لم يكن مألوفاً أو شائعاً مثل النحاس وكان وجود أتربة تحتوى على أكسيد الحديد يساعد كثيراً فى صهر النحاس، وكانت تتبقى بعد عملية الصهر قطع من

الحديد كمنتج ثانوى مع النحاس. وقد عرف الحديد فى بلاد الشرق فى الوقت نفسه تقريباً مع المصريين، أما فى جنوب أفريقيا فلم يعرف إلا فى سنة ٢٠٠٠ ق.م.

الكيميائيون القدماء:

بمرور بعض الوقت، أصبح لدى الكيميائيين قائمة معقولة من الكيماويات عدا الفلزات وسبائكها، غير أن معرفتنا بهذه القائمة محدودة؛ لأنها كتبت بطريقة يصعب معها تحديد ماهيتها وطريقة تحضيرها. لكن تمر لحظات رائعة فى تاريخ الحضارة تمسك بالأحداث وتسجلها كعلامات على الطريق. فى لحظة من تلك اللحظات. وفى أحد أيام الألفية الثالثة قبل الميلاد، قرر أحد الأطباء السومريين الذين مارسوا الكيمياء مع الطب، أن يسجل طرق العلاج وتحضير المواد بالتفصيل على لوح من الصلصال (الكتابة المسمارية). كانت الكتابة مختصرة لضيق المكان وصعوبة العملية، ولكنها كانت أكثر من وافية بالنسبة لعصرها.

وللأسف لم يترك هذا الطبيب الكيميائى السومرى اسمه

على اللوح، كانت بعض الأسماء والوصفات تتكرر كثيراً مثل الملح (ملح الطعام - كلوريد الصوديوم)، الذى كان موجوداً على شكل رواسب طبيعية أو عند تبخير ماء البحر، وكربونات الصوديوم (رماد الصودا)، وكانت إما على شكل رواسب طبيعية أو تتكون فى بقايا حرق النباتات الغنية بالصوديوم، وكلوريد الأمونيوم (ملح النشادر) ويحصل عليه من تسخين كتل كبيرة من الفحم أو تسخين روث الإبل الذى تعرض فترة طويلة للهواء الجوى. أما المعادن مثل الشب (كبريتات مزدوجة من الألومنيوم والبوتاسيوم) والجبس (كبريتات الكالسيوم) فكانت تطحن وتستخدم كدواء.

الصناعات الكيميائية القديمة:

كانت الملابس تصنع من الصوف والقطن والكتان، لكن الصوف كان أكثرها استخداماً. وكانت الصبغات المستخدمة بشكل عام مواد عضوية (مركبات من الكربون والهيدروچين وبعض العناصر الأخرى) تستخرج من الحيوانات أو النباتات وهو ما منحها هذا الاسم. أما المركبات غير العضوية فقد

اكتسبت هذا الاسم؛ لأنها لا تحتوى على الكربون والهيدروچين وتستخرج من المعادن. ومع أن الصبغة كانت عضوية إلا أن أملاحاً غير عضوية كانت تستخدم لتثبيتها. فمثلاً كانت النيله هى الصبغة الزرقاء، والزعفران الصبغة الصفراء والفوة الصبغة الحمراء. وقد وجدت آثار هذه الصبغات على ملابس المومياوات المصرية. ومن الطريف أن الصبغة الحمراء فى بلاد ما بين النهرين كانت تستخرج من حشرة اسمها القرمزية (قملة النبات) التى تعيش على أشجار البلوط. أما صبغة الأرجوان فكانت هى الأغلى لأنها كانت تستخرج من غدة فى بلح البحر، وكان يلزم ١٢ ألف من هذه الحشرات للحصول على قطرة واحدة من هذه الصبغة.

كانت مستحضرات التجميل قد عرفت منذ هذا الزمن القديم وكان الزجاج إحدى المواد المستخدمة فى التجميل؛ لأنه كان فى قيمة وندرة الذهب فى أول الأمر. وقد سبق أن أشرنا إلى وفرة عنصر السيليكون فى القشرة الأرضية (٢٥٪) ومعظم الأرض تحت أقدامنا من السيليكات (يتكون الرمل من عنصرى السيليكون والأكسچين). أما كيف تكون الزجاج من أكسيد

السيليكون فى الطبيعة فهى قصة تحكى الأهوال والاضطرابات التى عانت منها الأرض فى فترات طويلة، فلكى يتكون الزجاج كان لابد من حرارة مرتفعة، توافرت فقط من ضربات البرق وثورات البراكين ومواقع صدمات النيازك، ومن هنا ندرته.

وقد اكتشفت تقنية صناعة الزجاج فى كل من مصر وبلاد ما بين النهرين؛ حيث توافرت المادة الخام - الرمل وكربونات الصوديوم الخام، التى كانت موجودة فى طبقات تحت منخفض وادى النطرون والبحيرات القريبة من الإسكندرية. وكانت كربونات الصوديوم تضاف لتسهيل صهر الزجاج. والزجاج الصوديومى المنتج بهذه الطريقة يذوب فى الماء؛ الأمر الذى استغله فنانو ذلك العصر. وفى سنة ١٣٠٠ ق.م. أدخل الحرفيون أكسيد الكالسيوم المعروف من قديم الزمان، والذى قلل من ذوبان الزجاج فى الماء. وباكتشاف هذه التقنية انتشرت مصانع الزجاج في مصر القديمة، وكان الزجاج وقتها يصب فى قوالب ولا ينفخ وكان لونه مزرقاً ضبابياً (نتيجة لوجود مركبات النحاس أو الكوبلت).

سادت عدا الزجاج والصباغة تقنيات أخرى فى مناطق مختلفة من العالم القديم، فقد برع الهنود القدامى فى دباغة الجلود، بينما أجاد سكان أمريكا الوسطى سبك الفلزات، ولكن من أهم تقنيات العالم القديم ما برع فيه المصريون، وهو فن التحنيط المصرى الشهير. كانت الجثث تفرغ من أحشائها ثم تحشى بالنبيذ والعطور وبعدها يستخرج المخ قطعة قطعة من فتحة الأنف. بعدها ينقع الجسم كله فى حمام من النطرون (ملح الطعام وسيليكات الألومنيوم) لمدة ٧٠ يوماً حيث يتم القضاء على البكتريا التى تسبب التحلل. كان الجسد يلف بعد ذلك بأشرطة من القماش مكسوة بالصمغ ثم توضع فى قبر محكم الإغلاق؛ لعزلها عن الرطوبة والهواء.

الفلسفة ... لماذا ؟ وكيف ؟

مع التقدم التقنى النسبى فى الصناعات الكيميائية – فى التحنيط وصناعة الزجاج والصبغات – ظهر التفرغ الجزئى عند بعض الناس، ولأن التفرغ والتأمل ووجود الوفرة النسبية من الحاجات اليومية هى الأرضية الخصبة التى بزغت وتطورت

عليها الفلسفة، فقد تناولت هذه الفلسفة الماديات قبل الروحانيات التى كانت مجالاً للأديان المختلفة وقتها. أولت الفلسفة عناية خاصة لتركيب المواد واجتهدت فى تخيل العناصر التى تشكل الكون من حولنا. ولا غرابة فى ذلك فقد كانت الفلسفة والعلوم والفنون موضوعاً واحداً عند العلماء والمفكرين حتى أوائل القرن التاسع عشر، عندها انفصلت الكيمياء والفيزياء وبقية العلوم لتستقل عن الفلسفة .

بدأت الفلسفة الإغريقية على يد طاليس سنة ٦٠٠ ق.م. على الأرجح، وكان رأيه أن أصل الأشياء جميعاً هو الماء.

طاليس (٦٢٥ - ٥٤٦ ؟ ق.م) - فيلسوف إغريقى ولد فى ميليتوس فى آسيا الصغرى، ويعتبر مؤسس الفلسفة الإغريقية وواحد من الحكماء الإغريق السبعة. كان من أسرة متميزة لكنه اختار التدريس والفلسفة. كان مشهوراً بمعرفته للفلك وقد تنبأ بكسوف الشمس الذى وقع فى ٢٨ مايو سنة ٥٨٥ ق.م. وتبعاً لنظريته، فإن أصل الأشياء عنصر واحد هو الماء، وهو أول تفسير فيزيائى للأشياء بعيداً عن الأساطير؛ لذلك تعتبر نظريته علامة على بداية التفكير العلمى.

جاء بعد طاليس تلميذه أناكسيماندر مفترضا أن أصل الأشياء مادة واحدة أسماها «أبيرون» كانت العوالم تظهر وتختفى فيها كالفقاعات، وهى فكرة ليست بالبعيدة تماماً عن واقع الحال الذى توصلت إليه البشرية بعد أكثر من ألفى عام . فنحن نعرف أن جميع المواد من أصل جسيمات أولية، بل ما هو أكثر من ذلك، إذ اتضح أن البروتون والنيوترون يتكونان بدورهما من جسيمات أدق هى الكواركات، وأن الطاقة فوتونات – وهى جسيمات ليس لها كتلة سكون وتتحرك بسرعة الضوء.

أناكسيماندر (٦١١ – ٥٤٧ ق.م) – فيلسوف رياضى وفلكي إغريقى ولد فى ميليتوس فى آسيا الصغرى وكان تابعاً وصديقاً لطاليس. أبرز أعماله أول كتابات عن الكون وأصل الحياة. كان يعتبر الكون مجموعة من الأسطوانات متحدة المركز أكبرها الشمس وأوسطها القمر، أما النجوم فتشغل الأسطوانة الداخلية. وتقع الأرض داخل هذه الأسطوانات. أما أصل الكون فهو انفصال الأشياء المتضادة عن بعضها فى المادة الأولية.

تحركت الحرارة منفصلة عن البرودة، ثم الجفاف منفصلاً عن الرطوبة.

كان أناكسيمينيس تلميذاً لأناكسيماندر، وكان يقول بأن الهواء هو العنصر الوحيد الذى نشأ منه كل شىء.

أناكسيمينيس (٥٧٠ - ٥٠٠ ق.م) - فيلسوف طبيعى إغريقى يعتبر آخر أعضاء المدرسة الأيونية التى أسسها طاليس، وقد ولد فى ميليتوس هو الآخر فى آسيا الصغرى.

أما أناكساجوراس فقد عاش حوالى سنة ٤٠٠ ق.م. وعلى الرغم من مولده لوالدين موسرين، فقد بدد ميراثه فى ممارسة الفلسفة الطبيعية، وكان يقول بوجود بذور لكل شىء واستحالة أن يكون الكون كله من أصل واحد.

أناكسوجوراس (٥٠٠ ؟ - ٤٢٨ ق.م.) الفيلسوف الإغريقى الذى أدخل مفهوم (nous) بمعنى العقل أو الفكر فى فلسفة الأصول. كان الفلاسفة الآخرون يعتبرون العناصر (مثل التربة والهواء والنار والماء) هى الحقيقة النهائية. كان أول فيلسوف يستقر فى أثينا، ويؤسس مركزاً مزدهراً للفلسفة،

وكان سقراط من تلاميذه. قام بالتدريس فى أثينا ٣٠ عاماً إلى أن سجن لازدرائه للدين، فقد كان يعتقد أن الشمس قطعة حجر ملتهبة، أما القمر فقد كان مثل الأرض. كان يقول إن جميع المواد وجدت فى الأصل على شكل ذرات أو جزيئات وأن ترتيبها بأعداد لانهائية يتم بتأثير فكر (أو ذهن) أبدى (nous). ويمثل أناكسوجوراس نقطة تحول فى الفلسفة الإغريقية، فمفهومه عن العقل أو الفكر اعتنقه أرسطو من بعده، أما مفهومه عن الذرات فقد مهد الطريق للنظرية الذرية التى جاء بها الفيلسوف ديمقريطس.

ديمقريطس (٤٦٠ ؟ - ٣٧٠ ق.م) - الفيلسوف الإغريقى الذى طور النظرية الذرية للكون، والتى أوحى له بها معلمه الفيلسوف ليوكيباس. ولد ديمقريطس فى أبديرا. وتبعاً لنظريته، فإن جميع المواد تتكون من دقائق غير مرئية لصغرها وغير قابلة للانقسام من المادة النقية (كلمة atoma بالإغريقية تعنى غير قابل للانقسام) تتحرك دائماً أبداً فى فراغ لانهائى. وتختلف الذرات فى الشكل والحجم والوزن والترتيب والموقع على الرغم من أنها من المادة نفسها. ويعتبر أن العالم قد نشأ من تصادم الذرات.

ليوسيبوس (٤٥٠ ؟ - ٣٧٠ ؟ ق.م) فيلسوف إغريقى ولد فى أبديرا على الأرجح، ويعتبر أول مؤسس للنظرية الذرية التى طورها زميله وتلميذه ديمقريطس .

كان أرسطو تلميذاً لأفلاطون، وقد التحق بالأكاديمية التى أسسها أستاذه فى أثينا لدراسة الفلسفة والتأمل لمدة ٢٠ سنة تلميذاً ثم معلماً.

أرسطو (٣٨٤ - ٣٢٢ ق.م.) - فيلسوف وعالم إغريقى يعد هو وأفلاطون وسقراط أشهر الفلاسفة القدماء. ولد فى ستاجيرا بمقدونيا وكان أبوه طبيب البلاط الملكى وفى سن ١٧ ذهب إلى أثينا ليدرس فى أكاديمية أفلاطون فمكث فيها ٢٠ سنة. وعندما مات أفلاطون عاد إلى بيلا عاصمة مقدونيا. عمل مستشاراً لأحد الحكام ثم معلماً خاصًا للإسكندر الأكبر فى طفولته. وعندما أصبح الإسكندر ملكاً، عاد أرسطو إلى أثينا وأسس مدرسته الخاصة «الليسيوم» "Lyceum" والتى اشتهرت باسم مدرسة المشائين. وقد قامت مبادئ أرسطو على البيولوچيا ربما بسبب كون والده طبيباً، على عكس أفلاطون الذى ركز اهتمامه على الرياضيات. اعتبر أرسطو أن الأشياء

تنمو وتتجه نحو الكمال. واعتنق أرسطو فكرة العناصر الأربعة التى يتكون منها كل شىء: الهواء والماء والتربة والنار، والصفات الأربعة التى تنشأ عن هذه العناصر: الحرارة والبرودة والرطوبة والجفاف.

كان الإسكندر الأكبر تلميذاً لأرسطو، فقد فتح إمبراطورية عظمى، وأسس مدنا كثيرة كانت أعظمها الإسكندرية بمصر. بعد وفاة الإسكندر قسم جنرالاته الامبراطورية فيما بينهم، فكانت مصر من نصيب بطليموس الذى كان نفسه تلميذاً لأرسطو.

أوجد بطليموس مناخاً ساعد على نمو ثقافة خاصة، كانت مزيجاً من الفلسفة والمعلومات العملية، حيث امتزج هذان النوعان من التعليم - الفلسفى والتقنى - بطريقة لم يتوقعها حتى الإسكندر نفسه. نشأ بذلك نوع جديد من التقنية الفلسفية هى السيمياء (أو الكيمياء القديمة الممزوجة بالفلسفة والسحر). نمت حرفة وعلم السيمياء وترعرت فى الإسكندرية، حتى إن كثيراً من المؤرخين يطلق عليها السيمياء السكندرية. وكان الهدف الأول للسيمياء هو التحول - تحول

الفلزات إلى ذهب وتحول المريض أو العجوز إلى شاب صحيح. وكانت كلمة كيمياء، كما أشرنا، لها تفسيرات عديدة، لكن أحد السيميائيين السكندريين – زوسيموس – قال إن الكلمة قد أطلقها الملائكة، الذين وقعوا فى حب نساء الأرض، على الجنس البشرى.

زوسيموس (٢٥٠ – ٣٠٠م) اكتشف أن الفلزات تذوب فى حمض الكبريتيك، وتمكن من تصعيد الأكسچين من أكسيد الزئبق الأحمر.

اختلفت طرق السيمائيين، فبعضهم استخدم طرقاً عملية بالذوبان والصهر والاتحاد والتقطير. أما البعض الآخر فقد فضّل التعاويذ السحرية، لكن معظمهم استخدم الاثنين معاً – الطريق العلمى والتعاويذ السحرية. وقد ترك السيميائيون الذين مارسوا الطريقة العملية تراثاً هائلاً من التقنيات والأجهزة، ما زال بعضها يستخدم حتى الآن . فمن المعروف أن الحمّام المائى قد استخدمته سيدة سيميائية اسمها مارى فى الإسكندرية، وما زال الكيميائيون يستخدمونه حتى الآن، ويسمى بالفرنسية «حمّام مارى».

ماري السكندرية - سيدة سيميائية عاشت وعملت في الإسكندرية في العصر الهلليني، لم تترك إلا قطعاً متناثرة من كتاباتها. كانت تؤمن بالتحول وتنسب للفلزات جنساً (ذكراً وأنثى) وأن اتحادها يحقق التحول المطلوب. تركت تراثاً من الأجهزة والتقنيات مثل الإنبيق ذي الأذرع الثلاثة، وحمام الرماد الساخن وفراش الروث والحمام المائي.

كانت التحضيرات التي يجريها السيميائيون لتحويل الفلزات إلى ذهب تنتهي إما إلى الفشل التام أو بمادة صفراء لامعة يقولون عليها إنها الذهب. وكانت نظرية أرسطو مقبولة من الحرفيين العمليين وخاصة بالإسكندرية في مصر حيث صارت هذه المدينة مركزاً للثقافة والفكر في العالم القديم منذ سنة ٣٠٠ ق.م. وقد اعتقد الحرفيون أن الفلزات يمكن أن تتحول في باطن الأرض إلى شيء أكثر مثالية بالتدريج لتصبح في النهاية ذهباً. وكانوا يعتقدون أنهم يمكن أن يقوموا بالعمل نفسه العمل في معاملهم أو ورشهم ويحولوا الفلزات العادية إلى ذهب. بدأت هذه الفكرة تسيطر على عقول الفلاسفة والمشتغلين بالفلزات بدءاً من سنة ١٠٠ ميلادية تقريباً. وأصبح هذا العلم يعرف «بالسيمياء».

وعلى الرغم من عدم نجاح أى شخص فى تحويل أى فلز إلى ذهب، إلا أن عدداً لا بأس به من العمليات الكيماوية قد تم التوصل إليها أثناء البحث الطويل عند تحول الفلزات إلى الفلز المثالى.

السيمياء فى الصين والهند:

فى الفترة نفسها، تقريباً ظهرت السيمياء مستقلة فى الصين، وكان الغرض منها تحويل الفلزات إلى ذهب كذلك، ليس بسبب قيمته، بل لأن الصينيين كانوا يعتقدون أن للذهب تأثيراً طبيًّا يطيل العمر ويحقق الأبدية لأى شخص يتناوله. وكما حدث فى مصر اكتسب الصينيون كذلك خبرة فى مجال الكيمياء من نظرياتهم الخاطئة.

كان الطب هو الملهم لتطور الكيمياء فى الصين، التى كان لديها مخزون أسطورى من الأدوية، التى تضمنت بعض الأعشاب والمعادن التى أخذها الأوربيون بعد ذلك للعلاج مثل الحديد (للأنيميا) وزيت الخروع والكاولين (صلصال لعلاج الإسهال) والأكونيت (درنة تستخدم كمسكن) والكافور

والقنب (شجرة الحشيش) وزيت تشولموجرا (يستخدم للجذام). أما المكون النشط الفعال للروالفيا، والذى كان يستخدم فى الصين كمقئ للتطهير فقد استخلص ويستخدم حالياً لمعالجة ضغط الدم المرتفع وبعض الحالات العقلية. وقد قام أحد الكهنة الصينيين بعمل قائمة من المواد المعروفة التى تضمنت أكسيد الرصاص وكربونات الرصاص والكبريت وكربونات الكالسيوم وكبريتات الكالسيوم وأكسيد الحديديك والنيتر والتلك أو الحجر الصابونى وسيليكات الماغنسيوم والشب البوتاسى (الملح المزدوج لكبريتات البوتاسيوم والألومنيوم) والمالكايت (كربونات النحاس القاعدية) واللازورد وغيرها.

كان أحد أباطرة الصين فى القرن الثالث الميلادى تراوده هواجس الخلود، وكان واقعاً تحت تأثير أحد السحرة. انهال المال والتكريم على هذا الساحر حتى اكتشف الإمبراطور الخدعة فأمر بتوقيع أقصى عقوبة عليه. ولكن الإمبراطور الباحث عن الخلود تناول الزئبق (الذى تحول إلى ذهب) فمات مسمماً. وبعده مات على الأقل إمبراطوريان مسممين بالطريقة نفسها. وأثناء البحث الدؤوب عن طرق تحويل الفلزات إلى

ذهب، ورغم وقوع ضحايا لهذه التجارب، إلا أن السيميائيين الصينيين تمكنوا من التوصل إلى بعض مركبات الزئبق الرائعة فى التخلص من البراغيث والقمل، كما أن اكتشاف مواد التخدير ومجموعة من الأدوية كان من نتاج هذه التجارب. وقد تميز اسمان من أسماء السيميائيين الصينيين: الأول «وى بو - يانج» الذى انحدر من أسرة شامانية (تمارس فن السحر). وكان يقول بأن أكل الذهب يطيل العمر. أما الثانى فهو «كوهونج» الذى صنع مشروب الذهب، وقد عاش بين القرنين الثالث والرابع الميلاديين، عمل ضابطاً فى الجيش ثم أصبح حاكماً لإحدى المناطق، ثم قضى حياته فى الجبال وحيداً يكتب خلاصة خبرته ويجرى تجاربه السيميائية. وقد كانت زوجته «باوكو» تمارس السيمياء هى الأخرى. وقد أعطى «كوهونج» وصفات طبية عديدة فى كتاباته، كما أعطى كذلك طرقاً لتحضير الذهب ومشروبه.

أما فى الهند، فإن الكتابات التى تركت تدل على ذخيرة عظيمة من الأدوية (فارماكوبيا) - مثل النباتات السامة والملينات ومدرات البول، كما تضمنت هذه الكتابات أقساماً

عن الميتالورجيا (الذهب والفضة والقصدير والحديد والرصاص والنحاس والصلب والبرونز والنحاس الأصفر)، وقائمة ثالثة من المواد الكيميائية العملية مثل الكحول والصودا الكاوية وكلوريد وكبريتات الحديد والنحاس. وقد استخدموا الكحول كمخدر وأوقفوا النزيف بالزيوت الساخنة والقار. ومن الطريف أنه كان محرماً استخدام المبضع، الأمر الذى أخر الجراحات عندهم وكانوا يستخدمون القلويات لكى الجروح وتطهيرها.

وقد أشار السيميائيون الهنود - مثلهم مثل الصينيين - إلى ترافق الذهب وطول العمر، كما أن فكرة تحويل الفلزات إلى ذهب قد ظهرت فى الكتابات البوذية فى الفترة من ١٠٠ - ٤٠٠ ميلادية، وهى الفترة نفسها تقريباً التى ظهرت فيها كتابات مشابهة فى حوض البحر المتوسط. كانت السيمياء الصينية والهندية قريبتين من بعضهما البعض، فكان الرحالة الصينيون ينقلون عن السيميائيين الهنود، وكان السيميائيون الهنود ضيوفاً موضع ترحيب وتبجيل فى البلاط الإمبراطورى الصينى. ومن أبرز الأسماء فى عالم السيمياء الهندية «نجارجونا»، وهو اسم تكرر مرتين على الأقل فى الفترة من

١٠٠ - ٨٠٠ ميلادية. وفى ترجمة أحد النصوص من السنسكريتية (اللغة الهندية الأدبية القديمة) إلى الصينية سنة ٤٠٠ ميلادية أن نجارجونا مؤلف بوذى أسس منطق «مادهياميكا» الجدلى، الذى كان مرتبطاً ببداية التانترية. وربما يكون اسم «نجارجونا» مجرد أسطورة تداولها الناس، فقد كتب الرحالة الصينى «هسوان - تشانغ »كان «نجارجونا» متمكنا من تقنيات الصيدلة بعمق، حتى أنه أكل بعض التحضيرات التى أطالت عمره عدة ئمات من السنين».

وغموض التانترية وكتابتها خلقت عالما من الباطنية الصوفية انحرف بالسيمياء فى نهاية المطاف إلى ممارسات جنسية وسحرية.

نجارجونا (القرن الثالث الميلادى) - فيلسوف بوذى هندى مؤسس «الطريق الوسط» - «ميدهياميكا» لمدرسة ماهايانا البوذية. وهناك أكثر من تاريخ لحياته، لكن المرجح أنه عاش فى منتصف القرن الثانى أو الثالث الميلادى. أما الطقوس التبتية فتحدد تاريخه بالقرن الثامن الميلادى. ولد نجارجونا فى جنوب الهند ودرس الهندوسية الدينية والدنيوية قبل أن يتحول إلى

البوذية. وقد قضى معظم أوقاته فى الدراسة فى المراكز العظمى «ماهايانا» فى جنوب شرق الهند. وأشهر ما ترك كتابين «مولا - مادهياميكا كاريكاس» (أساسيات الطريق الوسط) و«ڤيجرا هاڤياڤارتانى» (رسالة حول الجدل). ومن خصائص «مادهياميكا» منطق المعارضة للأنظمة الأخرى، سواء مذاهب بوذية أو غير بوذية.

الفلسفة والأفكار الإغريقية تتجه شرقا:

بعد انهيار الإمبراطورية الرومانية كانت الكتابات الإغريقية مهددة بالضياع لأن دراستها قد توقفت وأهملت سواء فى أوربا أو شرق البحر المتوسط. وفى القرن السادس قام مجموعة من المسيحيين النسطوريين الذين كانوا يتحدثون السريانية، بنشر أفكارهم فى آسيا الصغرى، حيث أسسوا جامعة فى إيدليبيا فى بلاد ما بين النهرين وترجموا عدداً كبيراً من الكتابات الإغريقية فى الفلسفة والطب إلى السريانية ليطلع عليها المفكرون.

وفى القرنين السابع والثامن نشر الفاتحون العرب الثقافة

الإسلامية فى آسيا الصغرى وشمال أفريقيا وحتى فى أوروبا بعد فتح الأندلس. وأصبح الخليفة فى بغداد راعياً نشطاً للعلم والمعرفة، وترجمت المراجع السريانية (المترجمة أصلا عن الإغريقية) إلى اللغة العربية. ومرة أخرى ازدهرت المعارف والفلسفة الإغريقية بفضل الترجمات وتراكم الخبرة السيميائية عند العرب. كان السيميائيون العرب على اتصال بزملائهم الصينيين، تماما كما كانوا على دراية جيدة بالفكر الإغريقى.

وقبل الدخول فى دور العرب فى النهضة العلمية، لابد أن نعرض لفترة تولت فيها الإمبراطورية الرومانية حمل رسالة العلم والتنوير، لكن لأن رقعة الإمبراطورية ونظامها وجيوشها كانت تتطلب عملاً إداريًا قاسياً، أصبح الرومان أناساً عمليين، فقد استهلكت طاقتهم الأنظمة السياسية والعسكرية، ولم ينفقوا إلا وقتا قليلاً فى تأمل أسرار الطبيعة. لذلك استوردوا معارفهم الكيميائية من اليونان والمناطق التى فتحوها، ولم يضيفوا الكثير من إبداعهم، لكنهم قاموا بعمل رائع هو تصنيف هذه المعارف: وقد ظلت دوائر المعارف والخلاصات الوافية التى جمعوها معترفاً بها فى أوروبا حتى القرن السابع عشر. فهناك

«التاريخ الطبيعى» بأجزائه السبعة والثلاثين والذى زعم «بلينى» مؤلفه أنه يحتوى على ٢٠ ألف حقيقة مهمة مأخوذة من ألفى كتاب لمائة مؤلف (!) وينسب لبلينى أصل كلمة «إنسيكلوبيديا» أى دائرة المعارف. وكانت دائرة معارف بلينى تتناول الفلك والجغرافيا والأجناس والإنسان وفسيولوجيا الإنسان والحيوان والنبات والحدائق والطب والعقاقير المستخرجة من المواد النباتية والحيوانية والتعدين والميتالورچيا والفنون وتاريخ الفنون.

بلينى الأكبر (٢٣ ؟ ٧٩م) كاتب رومانى وموسوعى كان أكثر العلماء تقديراً فى أوربا القديمة، ولد فى كومو بإيطاليا وانتقل لروما فى سن مبكرة. التحق بالجيش فى سن ٢٣ وحارب فى ألمانيا، لكنه كرس نفسه بعد ذلك للعلم وللكتابة. وقد قضى عليه حب المعرفة حيث مات متأثراً بالغازات السامة المتصاعدة من بركان ڤيزوف أثناء ثورته سنة ٧٩م، لأنه اقترب أكثر من اللازم بسفينته فى خليج نابلس من موقع البركان.

لم تكن كتابات بلينى الكبير مفيدة فى الطب والعلاج جميعها، فقد تضمنت خرافات وخزعبلات، كان ينقلها بلينى بحذافيرها مثل «أن تلمس خرطوم الفيل برأسك وهو يعطس

تشفى من الصداع للأبد... وهكذا» ولكن بعد بلينى بقليل، قام يونانى اسمه «جالينوس» بجمع كل ما كتب ووصل إليه من فنون الطب.

جالينوس (١٢٩ - ١٩٩م) كان جالينوس البرجاموسى ابنا لمهندس معمارى. والمدينة التى ولد بها كانت تضم مزاراً مقدساً لآلهة الشفاء، وكان الكاهن الأكبر يحتفظ بجثث المصارعين، الأمر الذى منح جالينوس فرصة ومتسعاً من الوقت ليختبر الجروح والعلاج الطبى. كرس جالينوس بعد ذلك فترة شبابه لدراسته فى آسيا الصغرى وكورنينة والإسكندرية، وعندما عاد تقلد منصب كبير الأطباء للمصارعين؛ مما زاد من معارفه العملية. ارتحل بعد ذلك جالينوس إلى روما تسبقه سمعته فى العلاج المبتكر. وغادر روما عندما ضربها الطاعون ثم عاد إليها بعد انحساره ليتقلد منصب طبيب كومودوس ولى العهد. وبذلك أصبح لديه من الوقت ما يسمح بالكتابة.

الفكر الإسلامى والسيمياء:

يقول المؤلفان «كاتى كوب» و«هارولد جولد وايت» فى كتابهما «إبداعات النار» : «كان المسلمون مفعمين بالحياة

أنقياء، وكانوا أناميا تواقين متحمسين للفكر، فالديانة الإسلامية تتطلب من المسلمين أن يقرأوا القرآن ويفهموه من أجل أنفسهم، لذلك فإن معرفة القراءة والكتابة كانت منتشرة (على عكس الكنيسة الرومانية المسيحية، التى اعتمدت على فهم الإنجيل بواسطة رؤساء الكنيسة، وهو ما يعنى أن رجال الدين فقط هم المطلوب منهم معرفة القراءة). وقد أدى هذا التشديد على القراءة والكتابة إلى الاهتمام بكل الأنشطة الفكرية بما فى ذلك السيمياء والتقنية الكيميائية. فقد اكتسبوا المعرفة من العلماء والمدارس والمكتبات فى البلدان التى فتحوها».

عرف العرب المسلمون النار الإغريقية، هذا السلاح الكيميائى العتيق والذى أرهبهم وأمد فى عمر الإمبراطورية الرومانية الشرقية (القسطنطينية). وكانت عبارة عن سائل لزج يشتعل بملامسة الماء، وكان تركيبها وطريقة تحضيرها سرًّا من أسرار الدولة لا يعرفها إلا الإمبراطور البيزنطى والأسرة التى كانت تتوارث تحضيرها. وكان الشىء الذى يستطيع إطفاءها هو الرمل والخل والبول. وما زال التركيب الدقيق لهذه النار غير معروف، لكن من الممكن محاولة استنتاجه. فقد كانت

هذه النار على الأغلب تتكون من الجير الحى (أكسيد الكالسيوم) فى قاعدة بترولية. وعندما يتحد هذا الجير الحى مع الماء تتولد حرارة بكميات هائلة من الممكن أنها تستطيع إشعال البترول. لم تكن النار الإغريقية أول سلاح كيميائى فى التاريخ، فقد سبقها بواتق الكبريت والأسفلت والقار المشتعل.

ويذكر التاريخ أن الآشوريين (وهم محاربون ومحاربات شرسون) والإغريق استخدموا سائل البترول أو النافثا من آبار البترول مع القار المشتعل والكبريت.

تعلم المسلمون كيف يصنعون النار الإغريقية وواجهوا بها الحملات الصليبية على مصر وسوريا. وقد اختفت النار الإغريقية ولم تعد تستخدم بعد سقوط القسطنطينية سنة ١٤٥٣م، لكن الأسلحة الكيماوية لم تختف بل تطورت وأصبحت أكثر شراسة بعد عدة قرون.

العرب والسيمياء:

كانت بغداد المركز الفكرى المتقدم لأوربا وآسيا وأفريقيا، وقد قامت باستضافة المتعلمين من جميع الأنحاء ليقوموا بالتعليم فى البلاطات العربية. وكان ضمن هؤلاء علماء هندوس وأطباء وكتبة، وحيث إن الهند كانت تتبادل المعارف مع الصين، فإن الاتصال بالمعرفة الهندية كان يعنى كذلك الاتصال بالمعرفة الصينية. كانت إحدى المعلومات قد انتقلت إلى العرب ثم منهم إلى الغرب، وهى على وجه التحديد مخلوط متفجر عرف فيما بعد باسم «البارود»، وكان يتكون من نترات البوتاسيوم (النيتر) والكبريت والكربون.

ساند الحكام المسلمون العلماء اللاجئين من الإسكندرية، وقد حصلوا على ترجمات عربية لأعمال أفلاطون وأرسطو وجالينوس وديمقريطس الزائف وزوسيموس وآخرين. وتتضح خصائص السيمياء العربية فى أعمال شخصيات ثلاثة، هم: جابر بن حيان، وأبو بكر محمد بن زكريا الرازى ، وعلى الحسين ابن سينا.

جابر بن حيان (أبو موسى جابر بن حيان) (٧٢١ - ٨١٥م) السيميائى العربى الذى عاش فى الكوفة وبغداد. كان على غرار أرسطو يقول بوجود هواءين : الدخان الأرضى والبخار المائى ويمتزج هذان الهواءان فى اعتقاده ليصيرا فلزات. وأنهما يمران بمرحلة وسيطة هى الكبريت والزئبق. والكتابات المنسوبة لجابر بن حيان لا يمكن لكثرتها أن يقوم بها شخص واحد، وعلى الأرجح فإنها تخص جماعة صوفية باطنية هى إخوان الصفا.

أبو بكر محمد بن زكريا الرازى - درس الموسيقى والأدب والفلسفة والسحر والسيمياء، كما درس الطب على يد يهودى اعتنق الإسلام. كتب بغزارة فى الطب والعلوم الطبيعية والرياضيات والفلك والفلسفة والمنطق واللاهوت والسيمياء. وفى كتابه «سر الأسرار»، يسجل الرازى المعلومات ويقسم الكيمياويات تبعاً لمصدرها (حيوانية ونباتية ومعدنية)، ويقسم المعادن إلى ست فئات:

١ - أجسام - فلزات (قابلة للانصهار والطرق).

٢ - أرواح - الكبريت والزرنيخ والزئبق وكلوريد الأمونيوم، وهى مواد تتطاير فى النار.

٣ - أحجار - الماركازيت والماغنيسيا وهى مواد تتفلق أو تتهشم إذا طرقت.
٤ - الزاجات - الكبريتات وهى مركب يذوب فى الماء مكون من فلز وكبريت وأكسچين.
٥ - البورات - ملح الصوديوم مع البورون ، والنطرقة (كربونات الصوديوم الموجودة فى الطبيعية).
٦ - الأملاح - الملح العادى والبوتاس والنيتر. تجنب الرازى الصوفية تماما، واعتمد على مشاهداته العملية.

أبو على الحسين بن عبد الله بن سينا (٩٨٠ - ١٠٣٧م) فيلسوف إسلامى من إيران (فارس) وطبيب ولد فى بخارى (فى أوزبكستان اليوم)، وكان والده من رجال الدولة. درس ابن سينا الطب والفلسفة فى بخارى، وقد كوفئ على مهارته فى الطب وهو فى الثامنة عشر من عمره فتم تعيينه طبيباً للبلاط لحاكم بخارى، وظل كذلك حتى سنة ٩٩٩ . سافر بعد ذلك إلى چرچان فى منطقة بحر قزوين حيث قام بتدريس الفلك والمنطق. وأمضى آخر ١٤ عاماً من عمره مستشاراً علمياً وطبيباً لحاكم أصفهان. ويعد بن سينا من أعظم الفلاسفة

المسلمين، وهو شخصية مهمة فى مجالى الطب والفلسفة، وقد ظل كتابه «القانون فى الطب» أهم مرجع طبى فى أوربا والشرق مدة طويلة. والكتاب يكتسب أهميته من التقسيم المنهجي والملخصات الطبية والعلاجية والدوائية حتى زمن ابن سينا. وقد ظهرت أول ترجمة لاتينية «للقانون» فى القرن ١٢. ومن أفضل ما ترك ابن سينا «كتاب الشفاء» وهو تجمع لعدد كبير من الرسائل فى المنطق الأرسطى والميتافيزيقيا وعلم النفس والعلوم الطبيعية.

جمعت الدولة العربية الإسلامية المعارف الإغريقية والهندية والصينية وجلبت السيمياء والتقنية الكيميائية من المناطق التابعة لها، وبسبب توقهم للمعرفة والعلوم، قام العرب بتوسيع أساسيات هذه المعارف وأعادوا المجد للسيمياء. بدأت الإمبراطورية العربية الإسلامية فى الاضمحلال على يد الغزاة من الخارج والدسائس من الداخل.

استقلت الأندلس فى خلافة أموية ثانية، ثم قام المغول والهونيون بغزو أطراف الإمبراطورية من الخارج والأتراك والسلاجقة من الداخل وأطبقت عليها الأهوال وجاءت أوربا

بحملات صليبية متكررة. ومع أن العرب استمروا فى المساهمة فى الكيمياء على مدى القرون التالية لهذه الغزوات، إلا أن راية التميز كانت قد انتقلت من أيديهم (حتى مع حصول عالم من أصل عربى هو الدكتور أحمد زويل على جائزة نوبل فى الكيمياء سنة ١٩٩٩).

اليقظة:

بدأت خلال القرن الحادى عشر يقظة فكرية فى أوربا الغربية؛ بفضل التبادل الثقافى والمعرفى بين العرب والمفكرين الغربيين فى صقلية والأندلس، فتأسست مدارس للترجمة، قامت بنقل الترجمات العربية للفلاسفة والمفكرين والعلماء إلى مفكرى أوربا. وبذلك انتقلت المعرفة العلمية الإغريقية من خلال لغتين وسيطتين، هما: السريانية ثم العربية إلى اللغة اللاتينية – لغة العلم والمعرفة – لتنتشر فى كل أنحاء أوربا. كانت معظم المخطوطات التى كان يتلقفها المفكرون الأوربيون عبارة عن سيمياء.

كانت تلك المخطوطات نوعين: النوع الأول يختص

بالجانب العملى البحت، أما النوع الثانى فيتناول النظريات حول طبيعة المواد فى المعالجات السيميائية. وكان التقطير أحد أهم الموضوعات العملية، فقد كانت صناعة الزجاج قد تطورت بشكل كبير وخاصة فى البندقية، وأصبح من الممكن بناء أجهزة تقطير أكثر إحكاماً من تلك التى استخدمها العرب، للحصول على المكونات الأكثر تطايراً عن طريق التقطير. ومن أهم المواد الناتجة من عملية التقطير كان الكحول والأحماض المعدنية: النيتريك والكبريتيك والهيدروكلوريك والماء الملكى (مخلوط من حمض النيتريك والهيدروكلوريك).

وقد أمكن إجراء عديد من التفاعلات باستخدام هذه المواد المهمة. وكان الغرب قد توصل لمعلومات عن النترات وصناعة مسحوق البارود فى الصين عن طريق العرب. وقد استخدم الصينيون البارود للألعاب النارية، لكنه أصبح فى يد الغرب سلاحاً فتاكاً بمجرد معرفتهم له. وقد استخدمه إيرل «وارفيك» البارود والمدافع لدك أحد الحصون سنة ١٤٦٤م، مغيراً بذلك وجه الحرب إلى الأبد. كان القرن الخامس عشر الميلادى قرناً مليئاً بالزخم التقنى والتحديث. فقد اخترعت

المطبعة ودخلت مجال التطبيق سنة ١٤٥٠ واستخدم البارود والمدافع سنة ١٤٦٤، وسقطت القسطنطينية فى أيدى العثمانيين سنة ١٤٥٣ وسقطت آخر قلاع المسلمين فى الأندلس سنة ١٤٩٢ واستقرت أسبانيا لفرديناند وإيزابيلا، وقامت فى السنة نفسها رحلة كولومبوس وصدر مرسوم الطرد ضد اليهود من أسبانيا، وطرد صلاح الدين الأيوبى الصليبيين من القدس وهزم المصريون والسوريون التتار قبل نهاية القرن. غير أن القرن الثالث عشر قد شهد قبل نهايته تقنية كيميائية فعالة.

كان النوع الثانى من المخطوطات العربية يتعلق بالنظريات التى كانت فى معظمها تحمل الطابع الصوفى؛ مما جعل تأثيرها ضئيلاً فى تقدم التقنية الكيميائية. غير أن بعضاً من هذه المخطوطات كان يهتم بتفسير التحولات على أساس فيزيائى. وكان العرب قد أسسوا نظرياتهم حول المادة على أفكار أرسطو، لكنهم كانوا أكثر خصوصية فيما يتعلق ببعض المواد كالفلزات. كان العرب يعتقدون أن الفلزات تتكون من الزئبق والكبريت ونسبوا للزئبق خاصية الموائع وللكبريت خاصية

الاحتراق بمعنى الصدأ. وكانت التغيرات الكيميائية تُفسَّرُ بالتغير فى نسب هذين المكونين الأساسيين فى المادة.

عصر النهضة:

فى أثناء القرنين الثالث عشر والرابع عشر، أخذ الفكر الأرسطى يضعف بالتدريج فى كل فروع العلوم. وقد ساهمت المشاهدات العملية لسلوك المواد أثناء حدوث التغيرات فى إلقاء ظلال كثيفة من الشك على تفسيرات أرسطو البدائية. وبعد اختراع الطباعة طغت هذه الشكوك وعمت العالم. وبعد سنة ١٥٠٠ ، أخذت تظهر مطبوعات السيميائيين بأعداد متزايدة وكذلك مطبوعات التكنولوچيا. وقد ظهرت نتائج هذا الانتشار المعرفى بوضوح أكثر فى القرن السادس عشر.

بدايات الطرق الكمية:

من أهم الكتب التى ظهرت فى هذه الحقبة الكتب، التى تختص بالطرق العملية فى التعدين والمناجم. وقد أولت هذه الكتب عناية خاصة لتقييم وتحليل الخامات لمعرفة ما تحتويه من فلزات ثمينة، وهو العمل الذى تطلب استخدام الموازين

المعملية والمقاييس المختلفة، وكذلك تنقيح الطرق الكيميائية وتطويرها.

بدأت تظهر للوجود كتب فى مجالات أخرى؛ وخاصة فى الطب الذى بدا فى حاجة ملحة إلى دقة أكثر فى التعامل مع المواد. أصبح الأطباء، وهم أنفسهم السيميائيون فى معظم الأحيان، فى حاجة لمعرفة أوزان وحجوم المواد والجرعات اللازمة للعلاج. وهكذا بدأوا فى استخدام الطرق الكيميائية فى تحضير الأدوية والعقاقير. وقد تم تجميع هذه الطرق وتعزيزها بواسطة الطبيب السويسرى غير العادى «ثيوفراستوس ڤون هوخنهايم» الذى يعرف عادة باسم «باراسيلسوس».

نشأ باراسيلسوس فى منطقة مشهورة بالمناجم ولذا أصبح على دراية بخواص الفلزات ومركباتها. وكان يعتقد أن للأخيرة خواص علاجية تفوق خواص الأعشاب. قضى باراسيلسوس معظم حياته فى مشاجرات ومجادلات عنيفة مع الوسط الطبى وقتها، وقد أسس فى أثناء ذلك علم الكيمياء العلاجية «ياتروكيمياء»، وهو العلم الذى سبق علم الأدوية «الفارماكولوچيا» واستخدم الكيمياويات فى الطب.

باراسيلسوس - اسم مستعار صكّه لنفسه ليوضح تفوقه على الشخصية الطبية الإغريقية «سيلسوس»، ولد حوالى سنة ١٤٩٠ فى إقليم «شجايز» والتحق فى سن ١٦ بجامعة بازل. هجر الدراسة ليتعلم السيمياء على يد أحد الرهبان، لكنه وجد أن هذه الدراسة لا تشبع رغبته فهجرها ليعمل فى المناجم.

تعلم الخواص الفيزيائية للخامات والفلزات والمياه المعدنية أثناء عمله فى المناجم، كما لاحظ الحوادث والأمراض فى حياة العمال. طاف أوربا خلال السنوات العشر التالية والتحق تقريباً بكل الجامعات المشهورة. ويقال إنه وصل حتى القسطنطينية ومصر. كان يتحدث مع الجميع ويتعلم منهم مثل الغجر والسحرة والمشعوذين والدجالين والقابلات وقطاع الطرق والمجرمين. جمع باراسيلسوس أثناء هذه الفترة كمية كبيرة من المعلومات يتعلق أغلبها بالعلاج والمداواة، ولكنه على الأرجح لم يحصل على أى درجة علمية فى الطب. ورغم ذلك أعلن نفسه طبيباً. وبدأ فى ممارسة العلاج وكان يصف لمرضاه أدوية غير تقليدية.

وقد وسع باراسيلسوس تعريف السيمياء ليشمل أى

عملية تتحول بها المواد الطبيعية إلى مواد جديدة (فالخباز وزارع الكروم سيميائيون)، وقد كان يقول بوجود سيميائى فى جوف الإنسان يقوم بتوجيه الهضم أطلق عليه اسم «أركيوس»، كما كان يعتقد أن أهم استخدام للسيمياء هو تحضير الأدوية التى تصلح الاتزان الكيميائى للجسم الذى اختل بفعل المرضى.

وربما يكون باراسيلسوس هو أول أوربى يستخدم الأفيون فى العلاج (كان فى الواقع مسكنا للألم)، وقد استخدم عدداً من أملاح الفلزات ومحاليلها فى العلاج. كما استخدم الدواء الجديد نسبيًا، الإيثانول المقطر، ويقال إنه أول من استخدم كلمة كحول أو «الكُحُلْ»، وهو اسم المادة التى كان العرب يستخدمونها لتجميل العيون ثم أصبح يطلق على «أفضل وأدق جزء فى المادة» .. ومهما كانت العلاجات التى قام بها باراسيلسوس حقيقية أم ظاهرية، فإن أعظم انتصار له كان استخدام الزئبق لمعالجة الزهرى. وكانت كل العلاجات قبل ذلك قد فشلت على الرغم من الأسماء الكبيرة كأبوقراط وابن سينا وجالينوس .

كان باراسيلسوس يملك موهبة الملاحظة والارتباط بين

الظواهر، وكان أهم ما ساهم به فى الطب هو أن الأطباء لابد أن يعملوا وفق ما يشاهدونه وليس بالتطبيق الأعمى للنصوص.

تسبب باراسيلسوس فى شفاء اثنين من المشهورين فى وقته، فجعل ذلك منه مشهوراً ومحبوباً من الناس فى بازل؛ حيث قام بإعطاء محاضرات فى الطب فى جامعتها المحلية. كانت محاضراته خروجاً تاماً على التقاليد، فقد كان يلقيها بالألمانية ويضمنها معلومات عملية أكثر من النظرية. خرج باراسيلسوس بعد عدة سنوات مطارداً من بازل بعد أن أهان محكمة المدينة لتقصيرها فى تحصيل أجره عن علاج أحد الكهنة. ثم دعاه رئيس كهنة سالزبرج للإقامة وممارسة الطب، لكنه مات فى ظروف غامضة بعد وصوله بعدة أشهر. ويقال إن أعداءه (وهم كثيرون) استدرجوه ثم ألقوه من فوق جبل عال، كما يقال إنه مات لفرط انغماسه فى شهواته، أو أنه مات منزوياً فى أحد الأديرة أو ملاجئ الفقراء.

حوَّر باراسيلسوس النظرية القديمة للفلزات فجعلها تتكون من ثلاثة عناصر الكبريت والزئبق، وأضاف إليها الملح.

وبحلول نهاية القرن السادس عشر، كان الكيميائيون

العلاجيون قد جمعوا وصفات باراسيلسوس ووصفاتهم الطبية لتحضير الكيماويات العلاجية، والتى نشرها بعد ذلك أندرياس ليباڤيوس فى كتابه «السيمياء»، بعد أن رتب المعلومات وبوبها فى أول مرجع فى الكيمياء.

أندرياس ليباڤياس ولد فى ألمانيا حوالى سنة ١٥٦٠ لأب من الطبقة العاملة (نساج)، وقد التحق بالجامعة فى ويتنبرج (جامعة هاملت)، الأمر الذى يشهد على عناد واصرار ليباڤيوس، لكن ساعده فى ذلك موجة الإصلاح التى اجتاحت أوربا فى هذا الوقت، وصاحبها انتعاش للتعليم وصل حتى للطبقة العاملة. وقد ألف أول كتاب فى الكيمياء «السيمياء» ويقع فى أكثر من ألفى صفحة، وهو مقسم إلى أجزاء تتناول الأجهزة وتحفيزا لوصفات وطرق التحليل. وقد أورد ليباڤيوس تصميماً لمعمل كيمياء بكل التفاصيل المعروفة وقتها. وكان كل ذلك إرهاصات لما سيجئ فيما بعد من «ثورة فى الكيميا».

فى النصف الأول من القرن السابع عشر، بدأ عدد من العلماء فى دراسة التجارب الكيميائية عمليًّا، ليس بحثاً عن فائدة معينة، ولكن الغرض الكيمياء ذاته.

كان چون بابتيستا ڤان هيلموت طبيباً تحول إلى الكيمياء مكرساً حياته لها، وقد استخدم الميزان فى تجارب مهمة، تعد البدايات الأولى لقانون حفظ الكتلة (بقاء الكتلة). وقد لاحظ أثناء تجاربه خروج «مائع هوائى» أطلق عليه كلمة «غاز» لأول مرة فى تاريخ العلوم، وقال إنه نوع جديد من أنواع المادة له خواص فيزيائية مستقلة.

چوهانس بابتيستا ڤان هيلمونت، ولد فى بروكسل فى نهاية القرن السادس عشر من أسرة من كبار الملاك، درس الفن فى البداية، وكان زاهداً فى الحصول على أى شهادة لذلك لم يحصل على درجة فى هذه الدراسة. تخلص من الكتب التقليدية فى الطب بإعطائها للطلاب، وقرر الترحال كوسيلة لاكتساب المعرفة. وقد حصل فى النهاية على درجة علمية فى الطب وبدأ ممارساته، وبعد أن حقق بعض النجاح وتمكن من تخفيف بعض آلام المرضى فى موجة الطاعون سنة ١٦٠٥، أعلن رفضه أن يعيش على بؤس رفاقه من البشر، وأن يجمع ثروة من تعريض روحه للأخطار.

تحول هيلمونت إلى الممارسة العملية واصفاً نفسه

«فيلسوف النار» فلم تكن كلمة كيميائى مألوفة بعد. وكان غنيًّا لدرجة مكنته من التقاعد وتكريس حياته لتقنية النار (الكيمياء). وكان له من زوجته عدد كبير من البنات وابن واحد أطلق عليه الاسم «فرانشيسكوس ميركوريوس» إمعانًا فى حب الكيمياء.

كان الطب فى زمن هيلمونت بعيدًا كل البعد عن الدقة وبعيدًا عن استخدام التجربة والملاحظة، ومع ذلك فقد كان هيلمونت يختبر تأثيرات العرق والنزيف، والوزن النوعى للبول كوسيلة للتشخيص، كما أنه كان قاب قوسين من تحديد حمض المعدة على أنه حمض الهيدروكلوريك. لكن هيلمونت نفسه كان يؤمن بمنتهى الجدية أن العلاج بالدود المستخرج من عيون ضفادع الطين له فائدة (!!!).

كان هيلمونت يعيش فى بلچيكا - وهى من أملاك إسبانيا - فى عصر محاكم التفتيش، وعندما نشرت مقالة باسمه (على الأرجح دون موافقته) عن علاج غريب للجروح، بدأت محاكم التفتيش فى التحقيق معه حول هذا العلاج الذى كان يتلخص فى تنظيف الجرح ثم ربطه، أما

السلاح الذى سبب الجرح فكان يؤخذ بعيداً ويعالج بالمراهم والمساحيق الطبية. ومن السخرية أن هذه الطريقة قد تكون أفضل تأثيراً من الطرق التقليدية التى كانت تستخدم تحضيرات قذرة من الأعشاب أو مواد كيماوية مؤلمة ومزعجة.

كان هيلمونت يستخدم الميزان باستفاضة، وتوصل إلى قناعة، بناء على ملاحظاته الدقيقة، بأنه لايخلق ولا يختفى شيء أثناء التفاعل الكيميائى. وكان أرسطو مسيطراً بأفكاره لكن هيلمونت رفض عناصره الأربعة ثم عاد وأقر بوجود اثنين فقط، هما الماء والهواء، من واقع الكتاب المقدس (خلق السماوات والبحار)، وهكذا ظل هيلمونت يتردد طوال حياته بين الثورية والرجعية.

عرف هيلمونت فصيلة جديدة من المواد هى الغازات ووصفها، وكان هو الذى صك الكلمة «غاز». وقد حصل على عينات من أكاسيد النيتروچين وثانى أكسيد الكربون وخليط من الهيدروچين والميثان وأول أكسيد الكربون.

أدين هيلمونت بارتكاب البدع والغطرسة ومصاحبة

اللوثريين والكالفينيين. وقد اعترف هيلمونت بأخطائه وتراجع عنها، لكنه ظل معتقلاً. وبعد عدة استجوابات تم وضعه تحت التحفظ في مزله. رفع التحفظ المنزلي بعد عامين، لكن إجراءات الكنيسة ضده لم تتوقف إلا بعد ٨ سنوات وقبل وفاته بسنتين فقط.

النظرية الذرية تبعث من جديد:

في القرن السادس عشر أظهرت التجارب إمكان توليد الفراغ، هذا الفراغ الذى رفض أرسطو الاعتراف بوجوده، وقال مقولته الشهيرة «الطبيعة لا تحب الفراغ»، وقد لفت هذا الأمر الأنظار لنظرية ديمقريطس الذى افترض أن ذراته تتحرك في فراغ. وقد طور الفيلسوف والرياضى الفرنسى «رينيه ديكارت» نظرية ميكانيكية عن المادة فيها حجم وشكل وحركة الجزيئات الدقيقة تفسر كل ما نشاهده من خواص. وفى هذا الوقت كان الاعتقاد السائد بين الفلاسفة الطبيعيين والكيميائيين العلاجيين أن الغازات ليس لها خواص كيميائية؛ ولذلك ركزوا اهتمامهم على خواصها الفيزيائية، وقد بدأت بالفعل تظهر بوادر تبشر بنظرية الحركة للغازات.

رينيه ديكارت (١٥٩٦ - ١٦٥٠) فيلسوف فرنسي وعالم ورياضي، يطلق عليه «أبو الفلسفة الحديثة» أحيانًا. ولد في لاهيي في منطقة تورين (كانت تابعة لفرنسا) ينتمي لأسرة مهتمة بالعلم والتعليم. وقد تلقى تعليمًا تقليديًا وتعلم أصول الرياضيات والفلسفة الدينية، وكان طول حياته متأثرًا بالكاثوليكية الرومانية. وبعد تخرجه من المدرسة درس القانون وتخرج سنة ١٦١٦م. خدم في الجيش التابع لأحد حكام المقاطعات الهولندية. قام بالحج إلى إيطاليا لمدة عام كامل، ثم توجه إلى فرنسا من ١٦٢٤م حتى ١٦٢٨م حيث كرس وقته وجهده للفلسفة ودراسة الضوء ثم عاد ثانية إلى هولندا حيث أمضى معظم ما بقي له من عمره.

ومن المرجح أن يكون ديكارت قد كتب أعظم وأهم أعماله «مقالات فلسفية» أثناء وجوده في هولندا، والتي نشرها سنة ١٦٣٧م. وفي سنة ١٦٤٩م دعته الأميرة إليزابيث ستيوارت (أميرة بوهيميا) - صديقة مقربة لديكارت - للحضور إلى بلاط ملكة السويد في ستوكهولم لتدريس الفلسفة لها. ويبدو أن مناخ الشمال البارد قد أصابه بالتهاب رئوي، تسبب في وفاته سنة ١٦٥٠م.

كان ديكارت يقول إن الله قد خلق نوعين من المادة هما المكونان للواقع والحقيقة: النوع الأول المادة المفكرة (القادرة على التفكير) أو العقول، أما النوع الثانى فهى الأجسام. وكانت الحقيقة الوحيدة التى بدأ بها دراساته مقولته الشهيرة: «أنا أفكر، إذاً أنا موجود». وكان يؤمن أن جزءاً من الدم كان بمثابة الروح الحيوانية، والتى كانت تتفاعل مع المادة المفكرة فى المخ لتذهب بعد ذلك عن طريق قنوات الأعصاب إلى العضلات والأجزاء الأخرى من الجسم لتمنحها الحياة. كما كان أول من اكتشف قانون انعكاس الضوء، وله مساهماته فى نظرية المعادلات. وقد صاغ قاعدة ديكارت للإشارات (لإيجاد عدد من الجذور الموجبة والسالبة).

وقد تميز فى دراسة الغازات الفيزيائى والكيميائى والفيلسوف الإنجليزى «روبرت بويل» الذى درس «زنبرك الهواء»، وأدت دراسته إلى صياغة القانون الشهير المعروف باسم «قانون بويل»، والذى يصف العلاقة بين ضغط الغاز وحجمه.

روبرت بويل (١٦٢٧ - ١٦٩١م)- ولد روبرت بويل لوالد موسر يحتل مركزاً مرموقاً وكان الابن الرابع عشر له. وقد

ورث بويل ثروة منحته الفرصة للتفرغ لأبحاثه. تلقى بويل أفضل تعليم متاح فى زمانه، وسافر إلى أوربا فى رعاية أحد أخوته ليتعلم الفنون الليبرالية والرياضية التطبيقية، وسافر إلى إيطاليا خصيصاً ليشاهد أعمال «جاليليو».

انتقل إلى أكسفورد بعد مدة حيث قام بإجراء تجاربه فى المساكن المجاورة للجامعة، كما اشترك فى النقاش مع مجموعة أطلقت على نفسها «الكلية الخفية». وقد ظل بويل عزباً طول حياته معتل الصحة. وقد تكون الكيمياء هى المسئولة، فقد دأب الكيميائيون فى ذلك الزمن البعيد على تذوق المواد الكيميائية كإحدى الصفات (!). بعد أن زاد عليه المرض انتقل إلى لندن ليقيم مع أخته حيث أقام معملاً خلف منزلها أصبح، فيما بعد، ملتقى المثقفين ذوى الميول العلمية ومركزاً مهمًّا للأبحاث.

وقد صنع بويل مضخة أوصلها بالقارورة الزجاجية التقليدية للكيميائيين، وبدأ فى إجراء التجارب التى أفضت فى غضون بضع سنوات إلى تأليف كتابه «تجارب جديدة فيزيائية ميكيانيكية تتعلق بزنبرك الهواء وتأثيراته»، وكان ذلك أول عمل علمى ينشر لبويل. قام بويل بعد عدة سنوات بتنقيح

بعض التجارب التى جاءت فى كتابه، وتوصل إلى قانونه الشهير عن التناسب العكسى بين الضغط والحجم. ومن الطريف أن كل العالم يطلق على هذا القانون «قانون بويل» ما عدا فرنسا التى تسميه «قانون ماريوت» ؛ لأن ماريوت الفرنسى توصل إلى القانون لكن بعد بويل.

استبق بويل نظرية الحركة للغازات باعتقاده أن جزيئات الغاز دقيقة ومرنة وتتصادم مع بعضها البعض.

كتب بويل كتاباً على شكل حوارات ونقاش بين مجموعة من العلماء لتوضيح التناقض، الذى تحتويه النظريات الكيميائية وليجذب انتباه زملائه العلماء لهذا التناقض. كان اسم الكتاب «الكيميائى المتشكك».

وتعد إسهامات بويل فى الكيمياء - بخلاف أعماله عن الغازات - أساسية، فهى تتضمن دراسات للتفاعلات بين الأحماض والقواعد، وبعض التطبيقات الأولى للأدلة المستخلصة من النباتات، وعملية فصل الفوسفور. وعندما توفى بويل ترك لنيوتن عينة من تربة حمراء كان يعتقد أنها قد

تحول الزئبق إلى ذهب. إلا أن هذه النهاية المتباينة حدثت فى زمن متباين أيضاً.

وكان روبرت هوك مساعداً لبويل، قبل أن يستقل بأبحاثه عن أستاذه، وكان ذا طبيعة مريضة وهيكل عظمى معتل.

روبرت هوك (١٦٣٥ - ١٧٠٣م) العالم الإنجليزى المشهور بقانونه عن المرونة. كان والده قسيساً وحاول أن يجعل من ابنه قسيسا لكنه فشل فى ذلك. تمكن وهو مراهق من صناعة ساعة حائط. وعندما توفى والده أعطته الأسرة مائة جنيه ليدرس فن الرسم فى لندن، لكنه عند وصوله قرر أن يدرس اللاتينية والإغريقية والرياضيات، وقرأ فى أسبوع واحد ستة كتب لأقليدس. كان عضواً فى «الكلية الخفية» المعادية للملكية فى إنجلترا، لكن مع عودة الملكية تقرب كثير من أعضائها من الملك، وأسسوا الجمعية الملكية التى تمثل حتى الآن أعلى مستوى علمى فى إنجلترا، ويحصل أعضاؤها على العضوية بالانتخاب. اختارت الجمعية الملكية هوك ليشرف على التجارب. كانت الدراسات الفيزيائية والفلكية همه الأساسى فدرس الفلك والخلايا، وحاول إيجاد نظام للتنبؤ بالطقس باستخدام البارومتر.

لم يتزوج هوك قط، وعندما توفيت عشيقته وابنة أخيه وراعيته «جريس» اعتلت صحته، وأصبح لا يطاق حتى أنه لم يخلع ملابسه، ولم يذهب إلى فراشه آخر سنتين من عمره.

شارك هوك بصورة أساسية فى تقدم الكيمياء، فبالإضافة لعمله مع بويل، أشار فى كتاباته إلى اتجاهات التفاعلات الكيميائية وصاغ نظرية عن الاحتراق. يقول هوك فى هذه النظرية أن عامل الاحتراق هو مادة مشتركة مع كل من نترات البوتاسيوم والهواء.

كان هوك على خلاف حاد مع نيوتن، وعندما قدم له بحثه عن الضوء «أوبتكس»، وضعه نيوتن فى أحد أدراج مكتبه على الأقل عشرين عاماً بعد وفاة هوك، كان نيوتن خلالها يواصل نشر أبحاثه عن الضوء.

الخداع - الفلوجستون:

بينما كان الفلاسفة مشغولين بالقوانين الرياضية، كان الكيميائيون الأوائل فى معاملهم يحاولون استخدام النظريات الكيميائية لتوضيح ماكانوا يشاهدونه من تفاعلات. وقد أولى

الكيميائيون العلاجيون اهتماماً خاصًا بالكبريت ونظريات باراسيلسوس. وفى النصف الثانى من القرن السابع عشر أسس الطبيب والكيميائى والاقتصادى الألمانى چوهان يواكيم بيتشر نظاماً للكيمياء حول هذا المبدأ. فقد لاحظ أنه عندما تحترق المادة العضوية كانت فيما يبدو هناك مادة متطايرة تغادر المادة المحترقة.

چوهان يواكيم بيتشر (١٦٣٥ - ١٦٨٢م) كيميائى ألمانى، اقترح فى سنة ١٦٦٦م حفر قناة بين نهرى الراين والدانوب لتسهيل التجارة مع المناطق الأوربية الأخرى. وعندما كان يقطن فى ڤيينا بالنمسا، كان يجرى تجارب لتحويل رمال نهر الدانوب إلى ذهب، ولما فشل فى ذلك اضطر للرحيل إلى بريطانيا هرباً من نقمة من كانوا يرعونه فى النمسا.

ألف بيتشر كتاب «الحكمة الحمقاء والحمق الحكيم» وصف فيه الحجر، الذى يجعل الناس غير مرئيين والإناء الذى يحتفظ بالكلمات داخله، كما أنه اخترع لغة عالمية. كان فى معظم أحواله يمثل رجعة تامة إلى العصور الوسطى، لكنه كان بشكل آخر يمثل البشير لعصر جديد. كان يحاول جاهداً

التوصل إلى عناصر الكون بقدح الذهن فقط دون التجريب، فتوصل إلى الهواء والماء وثلاثة عناصر أرضية أخرى، هى: الدهنى والمائع والقابل للانصهار. وكان يعرف أن الفلزات تكتسب وزناً أثناء عملية الكلسنة، وكان تفسيره أنها تفقد العنصر الأرضى الدهنى - الذى أصبح معروفاً فيما بعد باسم «الفلوجستون»، وهو ذو وزن سالب، أى أنه إذا غادر المادة ازداد وزنها وتكلست. لم تتطور نظرية الفلوجستون على يدى بيتشر، بل لم تتطور أبداً إلا إبان القرن الثامن عشر بواسطة واحدٍ من تلامذة بيتشر هو چورچ ستاهل. ومن أهم ما كتب بيتشر فى الثلث الأخير من القرن السابع عشر كتابه «الفيزياء الأرضية (تحت الأرضية» «أو «الفيزياء الخفية».

وقد تمكن تلميذ بيتشر من جعل هذه النقطة - نقطة زيادة وزن الفلز بالتسخين - نظرية صمدت على مدى قرن كامل من الزمان، وكان هذا التلميذ علامة فارقة بين القرنين السابع عشر والثامن عشر، وهو چورچ إرنست ستاهل.

چورچ إرنست ستاهل (١٦٦٠ - ١٧٣٤م) طبيب وكيميائى ألمانى، صنع شهرته بنظرية «الفلوچستون» والتى

قدمت تفسيراً للاشتعال وتسخين الفلزات. ولد ستاهل فى باڤاريا وعمل كطبيب فى بلاط «ويمر». وكان يقوم بإعطاء محاضرات فى الطب فى جامعة «هال» ثم أصبح طبيب البلاط لملك بروسيا «فريدريك ويليام الأول». كانت أعماله فى الكيمياء امتداداً لأعمال أستاذه بيتشر. ظلت نظرية الفلوجستون صامدة حتى نقضها العالم والكيميائى الفرنسى الأشهر «أنطوان لاڤوازييه».

افترض ستاهل أنه عند احتراق أى شيء، فإن الجزء القابل للاحتراق يتصاعد إلى الهواء، وقد سمى هذا الجزء «الفلوجستون» من الكلمة الإغريقية «قابل للاشتعال». وكانت الفلزات عندما تصدأ تشبه المواد عندما تشتعل، ولذلك قال ستاهل إنها أيضاً تفقد الفلوچستون. وتمتص النباتات الفلوچستون من الهواء وبالتالى فهى غنية به. وبتسخين أكاسيد الفلزات مع الفحم يمكن استرجاع الفلوچستون من هذه الأكاسيد (ونحصل على الفلز النقى مرة أخرى). وقد تبع ذلك أن الكلس كان عنصراً، بينما الفلز مركب من الكلس والفلوچستون. وهذه النظرية عكس المفهوم الحديث للأكسدة والاختزال تماماً، لكنها تتضمن التحول الحلقى للمادة –

حتى ولو كان ذلك فى الاتجاه الخطأ - مع تفسير لبعض الظواهر التى نشاهدها.

وقد أظهرت الدراسات الحديثة فى مراجع الكيمياء لتلك الحقبة أن التفسيرات على أساس نظرية الفلوچستون، لم يكن لها تأثير كبير بين الكيميائيين، إلى أن هوجمت النظرية بواسطة الكيميائى الفرنسى الثرى الهادئ أنطوان لاڤوازييه فى الربع الأخير من القرن الثامن عشر.

أنطوان لورين لاڤوازييه (١٧٤٣ - ١٧٩٤م) كيميائى فرنسى، يعد مؤسس الكيمياء الحديثة. ولد لاڤوازييه فى باريس يوم ٢٦ أغسطس سنة ١٧٤٣، تعلم لاڤوازييه فى كلية مازارين وانتخب عضواً فى أكاديمية العلوم سنة ١٧٦٨م. شغل عدداً من الوظائف العامة منها المدير المسئول عن البارود سنة ١٧٧٦م، وعضو لجنة الموازين والمقاييس سنة ١٧٩٠م، والمسئول عن جمع الأموال سنة ١٧٩١م. وكانت له محاولات لإصلاح النظام النقدى فى فرنسا، وكذلك النظام الضريبى وطرق الزراعة. وقد أعدمته الثورة الفرنسية بالمقصلة فى ٨ مايو سنة ١٧٩٤م.

كانت تجارب لاڤوازييه ضمن أوائل التجارب الكمية الكيميائية على الإطلاق. وقد بين أنه على الرغم من أن المادة تخضع للتغيرات أثناء التفاعلات الكيميائية إلا أن كميتها ثابتة، وهو ما أكد قانون الحفاظ على الكتلة. كما قام لاڤوازييه بدراسة تركيب الماء وأطلق على مكوناته الأكسچين (مكون الأحماض) والهيدروچين (مكون الماء).

ومن أهم تجارب لاڤوازييه تلك التى أجراها على الاشتعال أو الاحتراق. وقد أثبت بواسطة هذه التجارب أن الاشتعال يتضمن اتحاد المادة بالأكسچين. كما بين الدور الذى يلعبه الأكسچين فى تنفس الحيوانات. وقد حلت تفسيرات لاڤوازييه محل نظرية الفلوچستون، وأزاحتها عن الساحة العلمية إلى الأبد.

قام لاڤوازييه مع كيميائيين فرنسيين آخرين بإطلاق نظام للتسمية على المواد الكيميائية، ما زال هو أساس النظام الحديث فى التسمية. وقد ترك لاڤوازييه عديداً من المؤلفات عن «التسمية الكيميائية» و«الاشتعال». ارتكب لاڤوازييه خطأ فادحاً فى حياته، عندما استثمر كل أمواله فى عضوية إحدى

مؤسسات جمع الضرائب (نظام يشبه نظام الالتزام فى مصر العثمانية). وفى هذه المؤسسة تعرف على چاك بولز وابنته مارى وكانت فى الثالثة عشر من عمرها وقد تزوجها لافوازييه قبل أن تبلغ الرابعة عشر.

كانت مارى ذات نزعة علمية، تفاقمت مباشرة بعد زواجها بمعاونة زوجها فى تسجيل التجارب ورسمها فى شكلها النهائى، الأمر الذى ترك مزيداً من الوقت للافوازييه ليتفرغ لأهم عمل قام به فى حياته: «تثوير أو تجديد الكيمياء».

كيميائيو الهواء فى القرن الثامن عشر:

فى الفترة نفسها تقريباً التى عاشها لافوازييه، أدت مشاهدات أخرى إلى التقدم فى فهم الكيمياء؛ حيث تمت دراسة كيماويات أكثر فأكثر. وقد لاحظ الكيميائيون أن بعض المواد تتحد مع بعضها بسهولة أكثر من غيرها، أو أن لها ميلاً أكثر تجاه بعضها عن الكيماويات الأخرى. وقد وضعت جداول للميل الكيميائى النسبى للمواد، الأمر الذى مكّن الكيميائيين من التنبؤ بإمكانية حدوث التفاعلات الكيميائية قبل إجرائها

فى المعمل. وقد أدى كل هذا التقدم إلى اكتشاف كثير من الفلزات الجديدة ومركباتها وتفاعلاتها فى القرن الثامن عشر. وتطورت طرق التحليل الكيميائى الكيفية والكمية مما نتج عنه فى النهاية علم الكيمياء التحليلية. ومع ذلك، وحيث كان الاعتقاد السائد أن للغازات خواص فيزيائية فقط، فإن الشكل العام للكيمياء لم يكن قد اتضح بعد، وكان الكيميائيون يطلقون على دراسة الغازات «الهوائيات» (airs) والتى أصبحت على درجة عالية من الأهمية، بعد أن طوَّر الفسيولوچى البريطانى ستيفان هيلز طريقة لقياس حجم الغازات المنطلق من تفاعلات المواد الجامدة بالتسخين، فى نظام معزول فوق الماء. وقد أصبحت هذه الطريقة من الطرق المهمة لجمع ودراسة الغازات النقية غير المخلوطة بالهواء الجوى؛ مما أدى إلى فهم أفضل للغازات المختلفة.

يعتبر ستيفان هيلز (١٦٧٧ - ١٧٦١م)، فسيولوچى بريطانى، مؤسس علم فسيولوچيا النبات. درس فى كامبردج كان أول من اكتشف أن سريان الدم فى الحيوانات يحدث ضغطًا. كما أنه درس ردود الأفعال، وقال إنها تأتى من النخاع

فى العمود الفقارى. وهو كيميائى ومخترع تعتبر طريقته لجمع الغازات خطوة رائدة فى الكيمياء. وقد اخترع هيلز طريقة لتهوية السفن والمباني الكبيرة وطريقة لقياس عمق المحيط .

وفى أدنبره سنة ١٧٥٦م، حدث أول فهم مبدئى لدور الغازات فى التفاعلات الكيميائية، عندما نشر الكيميائى البريطانى چوزيف بلاك تفاعلات كربونات الماغنيسيوم وكربونات الكالسيوم.

چوزيف بلاك (١٧٢٨ - ١٧٩٩)، كيميائى بريطانى، حقق شهرته من دراسته المستفيضة لتفاعلات غاز ثانى أكسيد الكربون. ولد بلاك فى بوردو بفرنسا وتعلم فى جامعتى جلاسجو وأدنبره فى اسكتلندا، ومنذ سنة ١٧٥٦م حتى سنة ١٧٦٦م كان أستاذاً للكيمياء والطب والتشريح فى جامعة جلاسجو، ثم انتقل أستاذاً للكيمياء بجامعة أدنبره. اكتشف بلاك ظاهرة الحرارة الكامنة سنة ١٧٦١م، وبعد ثلاث سنوات تمكن من قياس الحرارة الكامنة فى بخار الماء. وقد قام تلميذه باستخدام حساباته فى تطوير الآلة البخارية فى بداياتها، كان هذا التلميذ چيمس وات. وعندما اكتشف بلاك ثانى أكسيد

الكربون أطلق عليه (الهواء المثبت). وقد ساعدت دراساته على هذا الغاز فى تنمية نظرية الفلوچستون، كما أنه بين أن المواد المختلفة لها سعات حرارية مختلفة.

كان بلاك ذا صحة رقيقة ومريضًا بالربو على الأغلب. وكان يوصف بأنه طويل جدًّا ورفيع جدًّا وشاحب جدًّا وله عيون واسعة وشعر خفيف ينثر عليه البودرة، ويجدله فى ضفيرة واحدة طويلة. كان بلاك محبوبًا من تلاميذه وكانوا يواظبون على حضور محاضراته حتى بعد انتهائهم من الدراسة. وكان من أبرز تلاميذه دانييل راذرفورد، ابن أخ السير والتر سكوت الروائى والشاعر المعروف.

بين بلاك أن هذه المواد تعطى غازًا وتترك بقايا جامدة أطلق عليها الماغنيسيا المتكلسة أو الحجر الجيرى (الأكاسيد)، وأن الغاز المتصاعد يتفاعل مع القلوى لينتج المواد الأصلية نفسها (كربونات الماغنسيوم والكالسيوم). وأصبحت فكرة أن الغازات لا تتفاعل كيميائيا مرفوضة، وفى الحال تم اكتشاف عدد من الغازات الجديدة كمواد متميزة بذاتها.

وفى العقد التالى استطاع الفيزيائى البريطانى هنرى كافندش فصل الهواء القابل للاشتعال (الهيدروچين)، كما أنه أدخل استخدام الزئبق بدلاً من الماء فى عملية جمع الغازات؛ مما جعل من الممكن جمع الغازات القابلة للذوبان فى الماء.

هنرى كافندش (١٧٣١ - ١٨١٠م)، فيزيائى وكيميائى بريطانى، ولد لأبوين بريطانيين فى نيس بفرنسا وتلقى تعليمه فى كامبردچ. تناولت أعماله الأولى الحرارات النوعية للمواد. وقد اكتشف خواص غاز الهيدروچين سنة ١٧٦٦م وعين كثافته. وأعظم أعماله هو اكتشاف تركيب الماء، فهو يقول «يتكون الماء من هواء منزوع الفلوچستون (الأكسچين) متحداً بالفلوچستون (الهيدروچين) بواسطة تجربة، تعرف باسم تجربة كافندش. أشعل كافندش الهيدروچين مع الأكسچين فتكون الماء، وفى نهاية تكرار عديد من التجارب تم اكتشاف المكونات الأخرى للهواء فيما بعد.

لم يتزوج كافندش وكان غير ودود اجتماعياً. كان يرتدى ملابس من موضة نصف قرن مضى متسخة ورثة، وكان عليه معطف طويل الياقة، وكان لاذع اللسان له عادات صارمة.

فعلى فراش الموت لم يكن معه سوى خادمه الخصوصى فقط؛ لأنه لم يتزوج قط.

جاء چوزيف بريستلى ليستخدم طريقة كافندش فى جمع الغازات، فتمكن من جمع ودراسة حوالى اثنى عشر غازاً جديداً، كان من أهمها الأكسچين. وسريعاً ما تبين أن هذا الأخير مكون أساسى فى الهواء الجوى العادى، وأنه المسئول عن الاحتراق وإمكانية التنفس فى الحيوانات. ومن هنا كان هذا الغاز هو الذى يتقبل الفلوچستون الموجود فى المادة القابلة للاشتعال، أو فى الفلزات بسهولة أكثر من الهواء العادى، الذى كان هو نفسه يحتوى شيئاً من الفلوچستون. وقد أطلق بريستلى على هذا الغاز «الهواء منزوع الفلوچستون»، وظل يدافع عن هذا الاعتقاد طوال حياته.

چوزيف بريستلى (١٧٣٣ - ١٨٠٤م) كيميائى بريطانى، حضر ودرس عديداً من الغازات بما فى ذلك الأكسچين. ويعد أحد مؤسسى الكيمياء الحديثة لمساهماته فى التجريب الكيميائى.

ولد بريستلى فى ١٣ مارس سنة ١٧٣٣ فى يوركشاير وابن قسيس كالفانى (أحد المذاهب المسيحية). وكان تعليم بريستلى يؤهله ليصبح قسيسا هو الآخر. تلقى تعليمه فى أكاديمية «داڤنترى»؛ حيث أبدى اهتماما بالعلوم الفيزيائية. اشتهر بحبه للتجارب، فكان يجرى تجاربه على الكهرباء - العلم الجديد الذى أوجده بنيامين فرانكلين. عمل قسيساً فى عديد من الكنائس، وفى ليدز اهتم بالغازات، وقد أفضت به دراستها إلى أن انتخب عضواً فى أكاديمية العلوم الفرنسية. اكتشف بريستلى ودرس من الغازات: النشادر (الأمونيا) وأكسيد النيتروز، وثانى أكسيد الكبريت، وأول أكسيد الكربون. وطوال تاريخه كان معارضاً شديد المراس للنظريات الثورية فى الكيمياء ولصاحبها أنطوان لاڤوازييه، الذى أعطى للأكسچين اسمه وشرح دوره فى الاشتعال.

هاجم بريستلى الفساد فى الكنيسة، وكتب كتابه «فساد المسيحية» سنة ١٧٨٢م، والذى أحرقته الكنيسة سنة ١٧٨٥م.

ومن الطريف أن عمل بريستلى كقسيس كان يتطلب منه التحدث إلى الناس كثيراً، وعلى الرغم من الإعاقة اللغوية

الموروثة إلا أنه اضطلع بذلك جيداً. وفى اختيار بريستلى أن يصبح قسيساً مشيخيًّا خروجٌ على المذهب الذى تتبناه الكنيسة الإنجليزية، وكان يؤيد قضية سكان المستعمرات ضد الاحتلال البريطانى وضد التاج، ورفض التثليث قائلاً: «إن المسيح فى طبيعته فى الحقيقة والمطلق كان إنساناً، لكنه كان معظماً من الرب»، وهو الأمر الذى سينتشر فيما بعد باسم النظرة الموحدة.

وفى هذه الأثناء اكتسبت الكيمياء تقدماً ملحوظاً متزايداً فى فرنسا وخاصة فى معمل لافوازييه، وكان مهموماً بقضية زيادة وزن الفلزات عند تسخينها فى الهواء، بينما من المفترض أنها تفقد الفلوچستون.

زار بريستلى فرنسا سنة ١٧٩٤م وأخبر لافوازييه عن اكتشافه للهواء منزوع الفلوچستون. فكر لافوازييه فى الحال فى أهمية هذه المادة، التى فتحت بعد ذلك الطريق لثورة فى الكيمياء، قامت على أساسها الكيمياء الحديثة، وقد استخدم لافوازييه كلمة «الأكسچين» أى مكون الأحماض بدلاً من مصطلح بريستلى «الهواء منزوع الفلوچستون».

أوضح لافوازييه بعد إجراء عديد من التجارب المعملية

الرائعة أن الهواء يحتوى على الأكسچين، وأن الاحتراق ينتج عن اتحاد المادة القابلة للاحتراق مع الأكسچين. فعندما يحترق الكربون ينتج الهواء المثبت (ثانى أكسيد الكربون)، ولذا فالفلوچستون لا وجود له. وسريعاً ما استبدلت نظرية الفلوجستون بوجهة النظر أن الأكسچين الموجود فى الهواء يتحد مع مكونات المادة القابلة للاحتراق، مكوناً أكاسيد عناصر هذه المادة.

واستخدم لاڤوازييه الميزان المعملى ليحصل على الدعم الكمى لأبحاثه. وعرّف لاڤوازييه العناصر على أنها المواد التى لا تتحلل إلى مواد أخرى أبسط بوسائل كيميائية. وأكّد بكل حزم قانون الحفاظ على الكتلة. واستبدل لاڤوازييه النظام القديم للتسميات (والتى كانت مبنية على مفاهيم السيمياء) بالمنطوق المستخدم حتى اليوم، كما أنه ساعد على تأسيس أول مجلة علمية كيميائية.

وبعد إعدامه بالمقصلة سنة ١٧٩٤م، واصل تلاميذه أعماله فى تطوير الكيمياء الحديثة وكانت زوجته مارى هى

التى حفظت كتاباته بعد وفاته. وبعد فترة وجيزة من وفاته، اقترح الكيميائى السويدى چونز چاكوب برزيليوس الإشارة إلى ذرات العناصر بحرف أو حرفين من أسماء العناصر .

(البارون) چونز چاكوب برزيليوس (١٧٧٩ - ١٨٤٨م) كيميائى سويدى، وأحد المؤسسين للكيمياء الحديثة.

ولد برزيليوس بالقرب من لينكوبنج بالسويد، ودرس الطب فى جامعة أوبسالا، لكنه أبدى اهتماماً خاصًّا بالكيمياء. وبعد أن مارس الطب وحاضر فيه التحق بجامعة ستوكهولم كأستاذ للنبات والصيدلة سنة ١٨٠٧م. وفى الفترة من ١٨١٥م حتى سنة ١٨٣٢م، كان يعمل أستاذاً للكيمياء فى معهد كارولين للطب والجراحة فى ستوكهولم. أصبح عضواً فى أكاديمية ستوكهولم للعلوم سنة ١٨٠٨م، وصار سكرتيراً دائماً للأكاديمية سنة ١٨١٨م. ونظراً لإنجازاته العلمية منح لقب بارون سنة ١٨٣٥م من ملك السويد والنرويج تشارلز چون الرابع عشر.

غطت أبحاث برزيليوس كل مجالات الكيمياء، وكان

متميزاً فى دقته وبراعة رؤيته. اكتشف برزيليوس ثلاثة عناصر كيميائية، هى: السيريوم والسيلينيوم والثوريوم، وكان أول من قام بفصل السيليكون والزركونيوم والتيتانيوم. وأدخل المصطلح «حفاز» و«حفز» فى الكيمياء، وكان أول من أكد أهمية الدور الذى يمكن أن يلعبه الحفز. وهو الذى أدخل النظام القائم حالياً فى الرمز؛ حيث يرمز لكل عنصر بحرف أو حرفين. كما أن برزيليوس يُعَدُّ المسئول عن استخدام المصطلح «شق» للدلالة على مجموعة من الذرات، التى تسلك كوحدة واحدة فى التفاعلات الكيميائية مثل «الكبريتات»، كما أن له نظرية كهروكيميائية، تنص على أن المركبات الكيميائية تتكون من مكونات سالبة الشحنة وأخرى موجبة الشحنة. وكانت كل هذه الأفكار والنظريات مؤيدة بسلسلة من التجارب العلمية. لكن يبقى أعظم إنجاز له هو تعيين الأوزان الذرية.

ومع بداية القرن التاسع عشر، أصبح علم الكيمياء التحليلية من الدقة بحيث أصبح من الممكن للكيميائيين أن يؤكدوا أن المركبات البسيطة، التى يتعاملون معها تحتوى على كميات محددة لعناصرها المختلفة. وفى حالات معينة تتكون

مركبات أخرى من العناصر نفسها بنسب مختلفة. وفى الوقت نفسه، أوضح الكيميائى والفيزيائى الفرنسى چوزيف چاى لوساك أن نسب حجوم الغازات المتفاعلة كنسبة أعداد صحيحة بسيطة (الأمر الذى يتطلب تفاعل جسيمات دقيقة معينة، عرفت فيما بعد باسم الذرات).

چوزيف لويس چاى لوساك (١٧٧٨ – ١٨٥٠م) فيزيائى وكيميائى فرنسي اشتهر بدراسته للخواص الفيزيائية للغازات. ولد فى سان ليونارد ودرس فى أكثر من مدرسة متميزة. تقلد مناصب الأستاذية فى عدة أماكن إلى أن انتهى به المطاف أستاذاً للفيزياء فى السوربون من سنة ١٨٠٨م حتى ١٨٣٢م. قام سنة ١٨٠٤م بتصعيد بالون لدراسة القوى المغناطيسية وملاحظة تركيب ودرجة حرارة الهواء على ارتفاعات مختلفة. وصاغ سنة ١٨٠٩م قانونا للغازات ما زال يعرف باسمه حتى الآن عن نسب حجوم الغازات المتفاعلة والناتجة من التفاعل.

وفى هذا السياق درس مع العالم الفيزيائى البارون «ألكسندر ڤون هومبولت» تركيب الماء، ووجد أن حجمين من الهيدروچين يتحدان مع حجم واحد من الأكسچين لتكوين

الماء. كما عمل على تحضير عنصرى البوتاسيوم والبورون ودرس خواص الكلور وحمض الهيدروسيانيك. أما فى مجال الكيمياء الصناعية، فقد قام بتطوير عدة عمليات إنتاجية وعمليات تقييم للنواتج. انتخب سنة ١٨٣١م عضواً فى البرلمان وسنة ١٨٣٩م عضواً فى مجلس الشيوخ (سيناتور).

ومن الخطوات المهمة على طريق اكتشاف حقيقة تكوين المادة، كانت النظرية الذرية الكيميائية للعالم الإنجليزى چون دالتن سنة ١٨٠٣م.

چون دالتن (١٧٦٦ - ١٨٤٤م) كيميائى وفيزيائى بريطانى، طور النظرية الذرية التى قامت عليها الفيزيائية الحديثة. ولد دالتن فى ٦ سبتمبر سنة ١٧٦٦م فى كمبرلاند كاونتى بانجلترا وكان ابنا لعامل نسيج، درس فى سن مبكر جداً فى مدرسة لطائفة الكواكر فى مدينته، وبدأ يعطى دروساً وهو فى سن ١٢ سنة، التحق بعد ذلك للدراسة ثم للتدريس بأماكن عديدة، إلا أن المقام قد استقر به فى مانشستر منذ سنة ١٧٩٣م، حتى وافته المنية سنة ١٨٤٤م.

أجرى دالتن أكثر من مائتى ألف ملاحظة (٢٠٠٠٠٠) حول الطقس فى منطقة مانشستر، وكان أول من قال بأن المطر ينزل نتيجة لانخفاض درجة الحرارة وليس للتغير فى الضغط الجوى. قام بكتابة بحث حول عمى الألوان، الذى كان هو نفسه يعانى منه، وكان ذلك أول شرح علمى لهذه الظاهرة التى أصبحت تسمى «الدالتونية»

أما أعظم ما ساهم به والتر فى العلم فكان نظريته التى تقول إن المادة تتكون من ذرات لها أوزان مختلفة، وتتحد مع بعضها بنسبة بسيطة. وتعد هذه النظرية التى جاء بها دالتن لأول مرة سنة ١٨٠٣ حجر الزاوية فى العلوم الفيزيائية الحديثة من فيزياء وكيمياء. وقد توصل دالتن لنظريته تلك من دراسته للغازات وخواصها الطبيعية. وقد اكتشف دالتن أثناء ذلك قانون الضغوط الجزئية، الذى ينص على أن الضغط الكلى لمجموعة من الغازات يساوى مجموع الضغوط الجزئية لكل غاز؛ أى الضغط الذى يمارسه كل غاز لو كان يشغل الحيز نفسه وحده.

وفى سنة ١٨٠٤ و ١٨٠٩م، دعى دالتن لتدريس منهج فى المعهد الملكى بلندن. وقد أصبح عضواً فى الجمعية الملكية

سنة ١٨٢٢م وحصل على جائزتها الميدالية الذهبية سنة ١٨٢٦م، وقد كان واحداً من ثمانية من العلماء الأجانب عضواً مراسلاً فى أكاديمية العلوم الفرنسية.

وكان دالتن قد توصل إلى مقياس للأوزان الذرية على أساس وزن ذرة الهيدروجين = 1 .

افترض دالتن أنه عند اتحاد مادتين بأن المركب الناتج يتكون من ذرة واحدة من كل منهما. فالماء تبعاً لهذا النظام تكون صيغته HO؛ وقد أعطى وزناً ذريًا للهيدروچين = 1 اختياريًّا. وقد أدى ذلك إلى إمكانة حساب الوزن الذرى للأكسچين وبعض العناصر الأخرى المعروفة، ورصد كل ذلك فى جدول للأوزان الذرية النسبية. احتوت نظرية دالتن على عدد من الأخطاء، ولكن الفكرة كانت عظيمة فمن الممكن حساب قيمة دقيقة لكتلة كل ذرة.

دالتن - أفوجادرو - كانيزارو

كانت نقطة الضعف الأساسية فى نظرية دالتن أنه لم يأخذ فى اعتباره قانون النسب المتضاعفة، ولم يفرق بين الذرات

والجزيئات، وبالتالى فإنه لم يتمكن من التمييز بين الصيغة المحتملة للماء هل هى HO أم H_2O_2 ، ولم يستطع تفسير لماذا كانت كثافة بخار الماء أقل من كثافة الأكسچين، إذا كانت صيغته HO وصيغة الأكسچين O.

وفى سنة ١٨١١م تمكن الفيزيائى الإيطالى أميديو أڤوجادرو من حل هذه المعضلة، فاقترح أن عدد الدقائق فى الحجوم المتساوية من الغازات عند درجة الحرارة نفسها، وتحت الضغط نفسه متساوية، وأن هناك فارقًا واضحًا بين الذرات والجزيئات. وعندما يتحد الهيدروچين والأكسچين، فإن زوجًا من ذرات الأكسچين (جزئ أكسچين بالمفهوم الحالى) ينشطر لتتحد كل ذرة أكسچين بذرتى هيدروچين، وتعطى الصيغة الجزيئية للماء H_2O ، أما جزئ الأكسچين فهو O_2 ، وجزئ الهيدرچين H_2.

أميديو أڤوجادرو – الكونت دى كوارينيا وتشيريتو (١٧٧٦ – ١٨٥٦م) فيزيائى وكيميائى إيطالى، اقترح القانون الذى يحمل اسمه «قانون أڤوجادرو». أبدى اهتمامًا خاصًا أثناء دراسته بالرياضيات والفيزياء، وأصبح بعد عدة سنوات أستاذًا

فى الكلية الملكية فى ڤيرتشيلى. ومن سنة ١٨٢٠م حتى وفاته عمل أستاذاً للفيزياء بجامعة «تورين». وقد ظل قانونه مهملاً ردحاً طويلاً من الزمن، ولم يحظ بأى اهتمام إلا فى العقد السادس من القرن التاسع عشر على يد ستانيسلاو كانيزارو.

ولسوء الحظ ظلت أفكار أڤوجادرو مهملة لمدة خمسين عاماً تقريباً فى الوقت، الذى سادت فيه فوضى عارمة بين الكيميائيين فى حساباتهم. ولم تستقم الأمور إلاَّ عندما جاء ستانيسلا وكانيزارو، وأعاد اكتشاف وتقديم فرض أڤوجادرو.

ستانيسلاو كانيزارو (١٨٢٦ - ١٩١٠م) كيميائى إيطالى، ولد فى باليرمو بصقلية. وبعد أن شارك فى ثورة ١٨٤٨ فى صقلية.. عمل كانيزارو فى معمل بباريس. عمل بعد ذلك أستاذاً فيعديد من المدن: معهد ألسَّاندريا ثم جامعة چنوا فجامعة بيزا فجامعة روما.

وفى معهد ألسَّاندريا اكتشف التفاعل الذى يحمل اسمه (تفاعل كانيزارو)، وهو تفاعل اختزال الألدهيدات بواسطة القلويات المركزة إلى مزيج من الكحول والحمض؛ فمثلاً يعطى البنزالدهيد الكحول البنزيلى وحمض البنزويك.

وقد ساهم كانيزارو مساهمة فعالة فى النظرية الذرية سنة ١٨٥٨م، عندما بين الفرق بين الوزن الذرى والوزن الجزيئى. وقد قام بتعيين الأوزان الذرية لعدد من العناصر، بواسطة كثافة بخار مركباتها وحراراتها النوعية، كما قام بإعادة اكتشاف قانون أفوجادرو واستخدمه فى حساباته

وفى هذا الوقت، وجد الكيميائيون أنه من الأنسب لهم استخدام الوزن الذرى للأكسچين ١٦ كمرجع للأوزان الذرية لبقية العناصر، بدلاً من استخدام الهيدروچين ١. وقد أصبح بذلك الوزن الجزيئى للأكسچين ٣٢، والذى تم الاعتراف به عالميًّا. ويعبر عن الوزن الجزيئى بالجرامات ويسمى «الوزن الجزيئى الجرامى» أو ببساطة «مول»، وأعيدت بناء على ذلك طرق الحساب الكيميائى، وأعطيت صيغ ثابتة للعناصر والمركبات.

ظلت المعضلة القديمة لطبيعة الميل الكيميائى قائمة دون حل. ولفترة ظهر أن حل هذه المعضلة قد يكمن فى المجال المكتشف حديثًا فى الكيمياء الكهربية، وكانت أول بطارية حقيقية تم اختراعها سنة ١٨٠٠م عبارة عن بطارية «ڤولتيه»،

قدمت للكيميائيين وسيلة جديدة وسلاحًا مهمًا، قادهم إلى اكتشاف بعض العناصر مثل الصوديوم والبوتاسيوم. وكان أهم شخصين في هذا المجال، هما: «همفرى داڤى» و«ميخائيل فاراداى».

سير همفرى داڤى (١٧٧٨ - ١٨٢٩م) كيميائى بريطانى، ذو صيت ذائع، اشتهر بتجاربه فى مجال الكيمياء الكهربية. ولد داڤى فى ١٧ ديسمبر سنة ١٧٧٨م فى بنزانس فى كورنوول بإنجلترا، وقام بتجاربه على التأثير الطبى للغازات وهو فى العشرين من عمره؛ حيث اكتشف تأثير أكسيد النيتروز (الغاز الضاحك) كمخدر. عين أستاذاً مساعداً فى المعهد الملكى بلندن سنة ١٨٠١م، ثم أستاذ للكيمياء بالمعهد نفسه فى العام التالى. وفى السنوات الأولى من عمله فى المعهد، بدأ داڤى سلسلة من الدراسات حول تأثير الكهرباء على المركبات الكيميائية. حصل على جائزة نابليون من فرنسا سنة ١٨٠٧م من معهد فرنسا على أعماله النظرية والعملية التى بدأت فى العام السابق. صَمَّم أكبر بطارية تم بناؤها حتى ذلك الحين من ٢٥٠ خلية، وقام بإمرار تيار كهربى خلال محاليل مختلفة،

كان يشك أنها تحتوى عناصر لم تكتشف بعد فى المركبات الذائبة فيها. تمكن دافى من عزل عناصر البوتاسيوم والصوديوم بواسطة الطريقة الإلكتروليتية. وقام بتحضير الكالسيوم بالطريقة نفسها. وفيما بعد تمكن بطريقة أخرى من اكتشاف البورون، وإثبات أن الماس صورة من صور الكربون. اخترع دافى فى أواخر أيامه مصباحاً للأمان فى المناجم. وقد حصل على الميداليتين الذهبية والفضة - ميداليات رمفورد - من الجمعية الملكية. منح لقب سير وفارس سنة ١٨١٢م، ثم بارون سنة ١٨١٨م، وأصبح رئيساً للجمعية الملكية سنة ١٨٢٠م. وقد توفى فى چنيف فى ٢٩ مايو سنة ١٨٢٩م.

عندما قرر دافى السفر إلى فرنسا ليتقلد جائزة نابليون اصطحب معه ميخائيل فاراداى كسكرتير وخادم؛ الأمر الذى يحسب لفاراداى حيث كانت إنجلترا وفرنسا فى حالة حرب. وكانت الأقدار تعدُّ ميخائيل فاراداى للإنجازات العظيمة التى قام بها.

ميخائيل فاراداى (١٧٩١ - ١٨٦٧م) فيزيائى وكيميائى بريطانى، اكتسب شهرته من إنجازين كبيرين: الأول هو

اكتشاف الحث الكهرومغناطيسي، والثاني قوانين التحليل الكهربي. ولد فاراداى في ٢٢ سبتمبر سنة ١٧٩١م في نيوانجتون - سوربى بإنجلترا. وكان ابن حداد لم يتلق إلاَّ القليل من التعليم النظامي. وقد عمل صبيًا في ورشة لتجليد الكتب فكان يقرؤها قبل أن يجلدها، فقرأ عن التجارب في الكهرباء. التحق بسلسلة من المحاضرات، التي كان يلقيها سير همفرى دافي. كتب فاراداى مذكرات بالمحاضرات، التي استمع إليها ثم قدمها للسير همفرى دافي ومعها طلب بالعمل معه. وظف دافي فاراداى كمساعد في معمله الكيميائي في المعهد الملكي، وفي سنة ١٨١٣م اصطحب فاراداى معه في رحلة لأوربا. انتخب فاراداى عضواً في الجمعية الملكية سنة ١٨٢٤م، وفي العام التالي عين مديراً للمعمل في المعهد الملكي. وفي سنة ١٨٣٣م خلف فاراداى أستاذه دافي كأستاذ للكيمياء بالمعهد. وبعد عامين حصل على معاش مدى الحياة مقداره ٣٠٠ جنيه في السنة. حصل فاراداى على عديد من الجوائز والميداليات، بما في ذلك الميدالية الملكية وميدالية رمفورد من المعهد الملكي.

رفض فاراداى رئاسة الجمعية الملكية وتوفى فى ٢٥ أغسطس سنة ١٨٦٧م.

اكتشف فاراداى كلوريدين جديدين للكربون كما اكتشف البنزين. درس فاراداى ظاهرة التحليل الكهربى وتوصل إلى قانونيه الأساسيين: ينص الأول على أن كمية التأثير الكيميائى، التى تنتج عن إمرار تيار كهربى فى الإلكتروليت تتناسب مع كمية هذا التيار، وينص القانون الثانى على أن كمية المادة المترسبة من الإلكتروليت بواسطة التيار الكهربى تتناسب مع الوزن المكافئ للمادة.

كما كان لفاراداى اكتشافاته المهمة فى مجال المغناطيسية والكهرومغناطيسية، فقد اكتشف وجود خاصية الديامغناطيسية، واكتشف كذلك أن المجال المغناطيسى يؤثر فى مستوى الضوء المستقطب فيديره.

وقد بدا لبرزيليوس أن القوى الكهروستاتيكية الموجبة والسالبة قد تكون هى السبب فى اتحاد العناصر ببعضها، وفى البداية كانت نظرياته مقبولة بشكل عام، لكن بتحضير ودراسة

مركبات جديدة أخرى وفحص تفاعلاتها ، وظهر أن القوى الكهربية ليس لها مكان (مثلاً المركبات غير القطبية) ؛ مما أجل لفترة الحل المأمول لمعضلة الميل الكيميائى.

الكيمياء تتشعب وتتسع مجالاتها:

كانت أخطر إنجازات الكيمياء فى القرن التاسع عشر هى الكيمياء العضوية، وكانت النظرية البنيوية التى أعطت صورة للكيفية التى ترتبط بها الذرات مع بعضها نظرية غير رياضية؛ لكنها تضمنت منطقاً خاصًّا بها. وقد جعلت هذه النظرية من الممكن التنبؤ بعديد من المركبات الجديدة وتحضيرها، مثل عديد من الأصباغ المهمة والأدوية والمفرقعات؛ الأمر الذى فتح الطريق أمام الصناعات الكيميائية العظمى ولا سيما فى ألمانيا.

كان المصطلح «عضوى» أيام برزيليوس يعنى خليطاً غير محدد من المواد، لم تكن أصنافها قد صنفت بعد. وكان لافوازييه يحرق المركبات العضوية ويحلل نواتج الاحتراق - ثانى أكسيد الكربون فى الماء. وفى العشرينيات من القرن التاسع عشر قام فريدريك ڤوهلر بتحليل سيانات الفضة، وفى الوقت

نفسه قام جوستوس لايبج بتحليل فولمينات الفضة، فحصلا على نفس النتائج نفسها؛ الأمر الذى سبب ارتباكاً، فقد كانت الفولمينات مادة متفجرة أما السيانات فلم تكن كذلك.

واتضح فيما بعد أن هناك مركب ثالث له التحليل نفسه هو حمض الأيزوسيانيك (تحليل حمض السيانيك وحمض الفولمنيك نفسه). وكانت خاصية الآيسومرية غير معروفة، وهى الخاصية التى تصف مركبات لها نسبة العناصر نفسها، لكن ذراتها ترتبط بطرق مختلفة. اقترح تلك الفكرة چاى لوساك، وأطلق عليها برزيليوس الاسم.

استمر فوهلر فى تجاربه على السيانات، وفى أثناء إحدى محاولاته لتحضير سيانات الأمونيوم حصل على ناتج غريب هو اليوريا أو البولينا، له الفاعلية نفسها، التى للمنتج الطبيعى. وهكذا تمكن فوهلر من صنع مادة عضوية طبيعية من كيماويات غير عضوية خارج جسم حى. صار اكتشاف فوهلر مسماراً فى نعش نظرية القوة الحيوية (نظرية القوة الحية). منح هذا الاكتشاف ثقة كبيرة للكيميائيين العضويين.

فريدريك ڤوهلر (١٨٠٠ - ١٨٨٢م) معلم وكيميائى ألمانى، ولد فى منطقة فرانكفورت، وتعلم فى جامعتى ماربورج وهايدلبرج. وأثناء دراسته للطب فى هايدلبرج أعجب بالكيمياء؛ مما دفعه للتوجه إلى ستوكهولم لدراسة الكيمياء على يدى برزيليوس، وفى سنة ١٨٣٦م أصبح أستاذا للكيمياء فى جامعة «جوتينجن».

وتأتى شهرة ڤوهلر من تحضيره لليوريا من تفاعل غير عضوى. تعاون مع الكيميائى الألمانى البارون جوستوس لايبج، وأصبحا صديقين رغم الفارق فى الطباع. اكتشف ڤوهلر كربيد الكالسيوم وحضر منه غاز الأستيلين، كما طور طريقة تحضير الفوسفور المستخدمة حتى اليوم، وألف عدداً من كتب الكيمياء العضوية وغير العضوية.

جوستوس ڤون لايبج (البارون) (١٨٠٣ - ١٨٧٣م)، كيميائى ومعلم ألمانى، اشتهر بمهارة فائقة فى إجراء التجارب. وكأستاذ فى جامعة «جيسين» بين سنتى ١٨٢٦ - ١٨٥٢، قام بتدريب عدد من أهم الكيميائيين فى ذلك الوقت، وقام بتأسيس

أول معمل للكيمياء للطلاب.. حصل على لقب بارون سنة ١٨٤٥م، وعين أستاذاً للكيمياء بجامعة ميونيخ سنة ١٨٥٢م.

قام بدراسة الكيمياء العضوية مع ڤوهلر، زميله وصديقه، فدرسا حمض البنزويك وحمض البوليك وعملية التخمر وقد اكتشف ظاهرة الأيسومرية. وقد كرس حياته مؤخراً للكيمياء الحيوية، وقسم الأغذية إلى دهون، وكربوهيدراتات، وبروتينات. وكان يعتقد أن حرارة الجسم تنتج عن احتراق الدهون والكربوهيدراتات، ويعتبر لايبج مؤسس الكيمياء الزراعية.

كان كل تركيب للمركبات العضوية يكتب مسطحاً في بعدين، حتى جاء ڤانت هوف وقلب الموازين بدعوته إلى النظر إلى المركبات (الجزيئات) العضوية في ثلاثة أبعاد؛ مما يعطي تفسيراً مقنعاً لسلوك هذه المواد. أخذ الكيميائيون العضويون يسخرون من ڤانت هوف، وكان كولب على رأس هؤلاء. استطاع ڤانت هوف وچوزيف بيل تفسير دوران مستوى الضوء المستقطب بواسطة بعض المواد العضوية، عن طريق خاصية الكَفِّيَّة أو النشاط الضوئي، والتي تتحدث عن الترتيب في الفراغ.

وتوجد هذه الخاصية حيث يوجد أربع ذرات أو مجموعات مختلفة مرتبطة بذرة كربون واحدة، ومن هنا يمكن أن يتم الارتباط بصورة أو بأخرى فقط كاليد اليمنى واليسرى، صورة مرآة من بعضهما ولكنهما لا ينطبقان.

جاكوبوس هندريكوس ڤانت هوف (١٨٥٢ - ١٩١١م)، كيميائى هولندى حاصل على جائزة نوبل، اشتهر لدراساته على بنية المركبات العضوية. ولد فى روتردام وتلقى تعليمه فى جامعات ديفت وليدن وبون وباريس وأوتريتش. وفى سنة ١٨٧٨م أصبح أستاذاً للكيمياء والتعدين والچيولوچيا بجامعة أمستردام، بعد أن كان محاضراً فى الفيزياء فى جامعة أوتريتش. انتقل أستاذاً للكيمياء إلى جامعة ليبزج ثم برلين. يعده كثيرون أب الكيمياء الفيزيائية. اكتسب شهرة وهو فى سن مبكرة سنة ١٨٧٤م، عندما طرح نظرية تفسر بنية المركبات العضوية، كما أن علاقته بالمركبات النشطة ضوئيًّا وعدم التماثل حول ذرة الكربون فى البنية الفراغية (فى ثلاثة أبعاد) وضعت الأساس للكيمياء الفراغية.

وفى سنة ١٩٠١م حصل على أول جائزة فى الكيمياء

من جوائز نوبل عن إنجازه في مجال الثرموديناميكا وعلاقتها بالتفاعلات الكيميائية وخواص المحاليل. وقد استفادت الصناعات الكيميائية في ألمانيا من أبحاثه كثيراً.

بدأت تظهر فروع أخرى من الكيمياء في الوقت نفسه، حيث ساعد على ذلك التقدم الذي حدث في الفيزياء. وقد فكر الكيميائيون في استخدام الرياضيات في علمهم، كما ساعدت دراسة معدلات التفاعلات في تطوير نظرية الحركة، التي كان لها فائدة كبرى في الصناعة والعلوم النظرية. وقد أدى الاعتراف بأن الحرارة ظاهرة حركية على مستوى الذرات إلى التخلي عن فكرة أن الحرارة مادة معينة. كان ذلك بداية لعلم عظيم في تاريخ البشرية، هو علم الثرموديناميكا (الديناميكا الحرارية).

استمرت دراسة الكيمياء الكهربية، بفضل قيادة العالم السويدي سفانتي أوجست أرهينيوس، الذي افترض أن الأملاح تتفكك في المحاليل، وتعطي أيونات تحمل شحنات كهربية.

سفانتي أوجست أرهينيوس (١٨٥٩ - ١٩٢٧م)

كيميائى سويدى، كان ممن ساهموا فى إرساء دعائم الكيمياء الحديثة. ولد قرب أوبسالا بالسويد والتحق بجامعة أوبسالا وحصل على درجة الدكتوراه سنة ١٨٨٤م.. ولكن لسوء حظه لم تقدر لجنة الامتحان قيمة رسالته فقيمتها من الدرجة الرابعة ودفاعه عنها من الدرجة الثالثة، وهو الأمر الذى أعاق أرهينيوس كثيراً كلما تقدم لشغل إحدى الوظائف. ابتسم الحظ لأرهينيوس عندما تقدم لأوزوالد في اليوم، الذى وضعت زوجته طفلها، وكان هو يعانى من آلام في الأسنان. حصل أرهينيوس على وظيفة محاضر بفضل معاونة أوزوالد ثم ڤانت هوف.

اكتسبت نظرية أرهينيوس عن الأيونات الدائمة أخيراً القبول والاعتراف وبالذات؛ لأنها نجحت فى تقديم التفسيرات للمشاهدات التجريبية. أصبحت نظرية أرهينيوس من أساسيات الكيمياء الفيزيائية والكيمياء الكهربية. درس أرهينيوس سرعة التفاعلات الكيميائية وعلاقتها بالتركيز ودرجة الحرارة. حصل على جائزة نوبل سنة ١٩٠٣م فى الكيمياء، وله نظرية عن أصل الحياة على كوكب الأرض، تفترض قدوم جراثيم الحياة مع الرياح الضوئية (الضغط الذى يولد الضوء).

وأصبحت دراسة انبعاث وامتصاص طيف العناصر والمركبات من الأهمية بمكان للكيميائيين والأطباء. وبالإضافة لذلك، بدأت البحوث الأساسية فى مجال الغروانيات والكيمياء الضوئية. وبحلول نهاية القرن التاسع عشر، كانت هذه الدراسات قد تجمعت فى مجال واحد عرف باسم الكيمياء الفيزيائية. ونظراً لتشعب هذا الفرع من الكيمياء، حيث إنه يتناول علاقة الظواهر الطبيعية والخواص الفيزيائية بالتفاعلات الكيميائية، فإننا سنورد هنا تاريخ بعض أشهر علمائه.

بنيامين طومسون، الكونت رمفورد. ولد فى مستعمرة مساتشوستيس (الولايات المتحدة) والتحق بكلية هارفارد، تزوج من أرملة ثرية تكبره بأربعة عشر عاماً. هاجر طومسون بعد الثورة إلى أوربا. وقدم خدمات عسكرية لحكومة باڤاريا ،فكافأته بمنحه لقب كونت. استنتج طومسون من مشاهداته أن الحرارة ليست جسماً ماديًا ولكنها حركة، الأمر الذى عارضه الكالوريون. ولم يقم طومسون بتقديم تجربة تأكيدية، وقال «أتمنى أن أعيش ما يكفى من الزمن لأغتبط برؤية الكالوريك تدفن مع الفلوچستون فى المقبرة نفسها».

چيمس برسكوت چول، كان جده صاحب مصنع للبيرة يحقق ربحا كبيرا، فاستطاع چول أن يحقق اهتماماته العلمية دون عناء. حصل چول وهو طفل على معلم رائع هو چون دالتن، الأمر الذى ساعد كثيرا فى أن يبدأ چول أبحاثه وهو فى سن ١٩ . أهملت أبحاثه فترة طويلة، ولكن أعيد اكتشافها بعد ذلك، وكرم بإطلاق اسمه على وحدة قياس الطاقة فى النظام الدولى.

وليم طومسون - كلڤن (لورد)، أعاد وليم طومسون اكتشاف دراسات چول، وتوصل معه لتحديد الظاهرة المعروفة باسمهما (ظاهرة چول وطومسون). وتم تكريمه بمنحه لقب لورد فأصبح لورد كلڤن، وقد وضع المقياس المطلق لدرجة الحرارة، الذى أصبح يعرف باسم كلڤن.

لودفيج بولتسمان. استخدم بولتسمان التحليل الإحصائى، باعتبار الغاز تجمع للدقائق، ليثبت أن الأنتروبية هى تعبير عن الاتجاه الطبيعى للنظام فى بحثه عن أقصى حالات العشوائية (عدم الترتيب أو اللانظام). والأنتروبية هى درجة عدم الترتيب، وهى خاصية طبيعية.

ولد بولتسمان سنة ١٨٤٤ ومات منتحراً سنة ١٩٠٦م؛ ليأسه من عدم تقبل المجتمع لأفكاره، فقد هاجموه بشراسة. وبعد موته بقليل تأكدت جميع أفكاره عمليًّا. كان من أهم إنجازاته أنه أسس فرع الفيزياء المعروف باسم الميكانيكا الإحصائية. كما أنه صاغ بالمشاركة مع چوزيف ستيفان القانون المعروف بقانون الإشعاع الحرارى، وعلى شاهد قبره محفورة المعادلة S=Klogw.

جوشيا ويلارد چيبس. ولد چيبس فى كونيكتيكات وتعلم فى جامعة ييل وفى باريس وبرلين وهايدليرح. وكان أستاذاً للفيزياء الرياضية فى جامعة ييل منذ سنة ١٨٧١م حتى وفاته سنة ١٩٠٣م. كتب مجموعة من الأبحاث، تحت عنوان شامل «حول الاتزان فى المواد غير المتجانسة»، تعتبر من أعظم إنجازات العلوم فى القرن التاسع عشر ومن الأسس التى قامت عليها الكيمياء الفيزيائية.

طبق چيبس الثرموديناميكا على الظواهر فى الكيمياء الفيزيائية. وللتواضع الشديد الذى كان يعيش به چيبس، فإن أبحاثه لم تلق الاهتمام الذى يليق بها إلا عندما ترجمت إلى

اللغات الأوربية. ويحكى أن أحد رؤساء الجامعات فى أمريكا سافر لأوربا للتعاقد مع أحد أساتذة الفيزياء الرياضية والجزيئية، فتعجب العلماء ووجهوه إلى چيبس فى أمريكا نفسها، فما كان من رئيس الجامعة إلا أن قال «چوشيا... لايمكن».

كان لچيبس إسهاماته العظيمة فى الميكانيكا الإحصائية وفى تحليل المتجهات والنظرية الكهرومغناطيسية للضوء. وهو الذى أوجد مفهوم الطاقة الحرة التى أخذت اسمها منه «طاقة چيبس الحرة» والتى تحدد اتجاه حدوث التغيرات التلقائية والاتزان.

الجدول الدورى للعناصر (جدول مندلييف):

ومع تراكم المعلومات الكيميائية وزيادة عدد العناصر المكتشفة، كان لابد من تنظيم تنتظم فيه هذه العناصر وخواصها. وبفضل ديمترى إيڤانوڤيتش مندلييف ثم چوليوس لوثر ماير بعده بسنة، تم تطوير قانون ومدى انتظمت العناصر بموجبه فى جدول على شكل دورات ومجموعات. ساعد هذا القانون مندلييف فى التنبؤ ببعض العناصر، التى لم تكتشف بعد وخواصها الفيزيائية والكيميائية.

ديمترى إيڤانوڤيتش مندلييف (١٨٣٤ - ١٩٠٧)، كيميائى روسى، اشتهر بتطوير الجدول للعناصر الكيميائية. وينص القانون الدورى على أن العناصر تبدى دورية (فى أنساق متكررة) فى خواصها، عندما تترتب حسب أوزانها الذرية. ولد مندلييف فى إحدى مناطق سيبريا، ودرس الكيمياء فى جامعة سانت بطرسبرج، وأرسل فى بعثة إلى جامعة هايدلبرج بألمانيا؛ حيث التقى بالكيميائى الإيطالى «ستانيسلاو كانيزارو»، الذى أثر فى مندلييف فى موضوع الأوزان الذرية. عاد مندلييف إلى سانت بطرسبرج، وأصبح أستاذاً للكيمياء فى المعهد التكنولوچى سنة ١٨٦٣م، ثم أستاذاً للكيمياء العامة فى جامعة سانت بطرسبرج سنة ١٨٦٦م.

وعندما وجد مندلييف أن خواص العناصر غير مرتبة وتحتاج لجهد كبير فى تدريسها، واتته فكرة دورية الخواص، ووضع جدولاً تنتظم فيه الخواص، ودورياتها، الأمر الذى نشر فيه أبحاثه منذ سنة ١٨٦٩م. وفى عام ١٨٧١م نشر تطويراً للجدول الدورى، ترك فيه مواقع خالية لعناصر لم تكتشف بعد (الجاليوم والجرمانيوم والسكانديوم).

استقال مندلييف من الجامعة سنة ١٨٩٠م احتجاجاً على سياسة الحكومة التعسفية وميله وانحيازه لسياسة الإصلاح. وفي سنة ١٨٩٣م تم تعيينه مديراً لمكتب الموازين والمكاييل في سانت بطرسبرج، وهو المنصب الذى شغله حتى وفاته.

نهاية الكيمياء الخادعة:

وبحلول نهاية القرن التاسع عشر، وتماماً كما حدث فى الفيزياء، بدا الأمر وكأنه ليس هناك ما يضاف من جديد فى الكيمياء. إلا أن هذه الفكرة كانت خادعة كما فى الفيزياء. فعندما توجه «إيوفا» العالم الروسى ليدرس الدكتوراه، تحت إشراف رونتجن - مكتشف أشعة X (الأشعة السينية) - تعجب الأخير وقال له إن الفيزياء قد انتهت، ولم تكن الفيزياء الحديثة إلا فى بداياتها الأولى. وهكذا فى الكيمياء، عندما اعتقد كثير من الكيميائيين أن الكيمياء قد انتهت، كانت ظاهرة الإشعاع والكيمياء الحيوية والمركبات ذات التوصيل الفائق والترانزستور قبلها، لم تكن قد بدأت بعد.

تغيرت الكيمياء باكتشاف ظاهرة الإشعاع، وتم عزل

عناصر جديدة بطرق كيميائية مثل الراديوم والبولونيوم، وكذلك تم التعرف على نوع جديد وفصله، عرف باسم النظائر. كما تم تحضير وفصل مجموعة جديدة من العناصر من فصيلة اليورانيوم أطلق عليها اسم سلسلة ما بعد اليورانيوم.

وجاءت الصورة الجديدة للذرة والجزئ التى طرحها علماء لتحل المشكلة القديمة للميل الكيميائى، وفسرت علاقة الاتحاد بين الذرات فى المركبات القطبية وغير القطبية. وكان العلماء من أمثال مارى وبيير كورى وراذرفورد وبوهر هم المبشرون، الذين أضاءوا الطريق أمام العلوم الفيزيائية فى بداية القرن العشرين.

مارى كورى (١٨٦٧ - ١٩٣٤م)، كيميائية فرنسية من أصل بولندى. من أوائل من درس ظاهرة الإشعاع هى وزوجها بيير كورى، وقد اقتسما معًا جائزة نوبل فى الفيزياء لسنة ١٩٠٣م مع الفيزيائى الفرنسي أنطوان بيكرويل. وقد حصلت مارى كورى جائزة نوبل لسنة ١٩١١ مرة ثانية فى الكيمياء لاكتشافها عنصرى الراديوم والبولونيوم.

ولدت فى وارسو، وكان اسمها سكلادوفسكا قبل

الزواج. كان والداها معلمين فقدا وظيفتهما، وأصبحت الحياة ضنينة على أسرتهما. عملت مارى بجد لتساعدهما، ثم عملت بجد أكثر لتكفل أختها الكبرى فى دراسة الطب بباريس. وعندما أتمت شقيقتها دراستها سافرت مارى لتلحق بها.

تمكنت مارى من الالتحاق بالسوربون ودرست الفيزياء والرياضيات، وكانت الأولى عند تخرجها. التقت بأستاذها وزوجها سنة ١٨٩٤م وتزوجا فى العام التالى – عملت مع زوجها فى ظروف قاسية لاستخلاص العناصر المشعة من كمية كبيرة من البيتشبلند (شبيه الأسفلت) لعدة أعوام. ورغم فقرهما لكنهما رفضا أن يسجِّلا اختراع هذه العناصر المشعة، مؤكدين أنها ملك للبشرية كلها. وكان واحد من أهم استخدامات نتائجهما، هو معالجة السرطان بالإشعاع، وهو نفسه الإشعاع، الذى كلف مارى حياتها بعد ذلك.

بيير كورى (١٨٥٩ – ١٩٠٦)، فيزيائى فرنسى حصل على جائزة نوبل سنة ١٩٠٣م على إنجازاته مع زوجته مارى كورى فى مجال ظاهرة الإشعاع. كما أنه عاون فى اكتشاف ظاهرة بيزو الكهربية (إنتاج الكهرباء من بللورة عند تعرضها

للضغط)؛ فقد اكتشف ظاهرة بيزو الكهربية مع شقيقه چاك.
كانت أبحاث بيير حتى منتصف التسعينيات من القرن التاسع عشر تتعلق بالمغناطيسية والبللورات، ولكنه عندما تزوج من مارى ترك هذا المجال ليعاونها فى دراسة الإشعاع. حصل على درجة أستاذ بجامعة باريس سنة ١٩٠٤م، وبعد فترة وجيزة تعرض لحادث طريق حيث صدمته عربة يجرها حصان شارد، فمات فى الحال. قبلت الجامعة مارى لتحل محل زوجها، وكان ذلك خروجاً على التقاليد المتبعة بعدم تعيين النساء.

إرنست راذرفورد (البارون رذرفورد الأول) (١٨٧١ – ١٩٣٧م)، فيزيائى بريطانى، ولد فى نيلسون فى نيوزيلندا؛ حيث تلقى تعليمه فى جامعتها ثم فى كامبردج. وشغل منصب أستاذ الفيزياء فى جامعة ماك جيل فى مونتريال بكندا من ١٨٩٨م حتى سنة ١٩٠٧م، ثم فى جامعة مانشستر. كان مديراً لمعمل كافندش فى جامعة كمبريدج، وأستاذاً فى المعهد الملكى البريطانى بلندن منذ سنة ١٩٢٠.

وراذفورد هو الذى حدد المكونات الثلاثة للإشعاع، وأطلق عليها ألفا، بيتا، وجاما. وقد أدت دراسته لظاهرة الإشعاع إلى

نموذج للذرة حيث تتركز الكتلة والشحنة الموجبة فى نواة تدور حولها الإلكترونات فى مدارات. أجرى سنة ١٩١٩م أول تفاعل نووى مصطنع حيث قذف غاز النيتروچين بدقائق ألفا فحصل على أحد نظائر الأكسچين وبروتونات. حصل على جائزة نوبل فى الكيمياء سنة ١٩٠٨م على الرغم من ازدرائه المعروف لكل العلوم ما عدا الفيزياء (!!!) حصل على لقب سير سنة ١٩١٤م وبارون سنة ١٩٣١م. وقد أطلق الاتحاد الدولى للكيمياء البحتة والتطبيقية اسمه على العنصر ١٠٤ ليصبح اسم العنصر راذرفورديوم (Rf).

نيلس هنريك دافيد بوهر (١٨٨٥ - ١٩٦٢م)، فيزيائى دانمركى، اشتهر لمساهمته فى فهم بنية الذرة (نموذج بوهر). ولد فى كوبنهاجن وتعلم فى جامعتها؛ حيث حصل على الدكتوراه سنة ١٩١١م ثم ذهب إلى كمبريدچ ليدرس الطبيعة النووية مع طومسون، غير أنه تركه وتوجه إلى راذرفورد. وتقوم نظرية بوهر عن الذرة على أساس نظرية الكم، وهى ما حصل على جائزة نوبل فى الفيزياء سنة ١٩٢٢م بسببها. عاد بوهر إلى جامعة كوبنهاجن سنة ١٩١٦م.

في سنة ١٩٣٩ أقنع الفيزيائيين في مؤتمر عقد بالولايات المتحدة بأهمية التجارب على الانشطار النووى. وهو الذى حدد أن اليورانيوم ٢٣٥ هو النظير الذى تنشطر نواته. عاد إلى الدانمرك، وتحت وطأة الاحتلال النازى هرب إلى السويد ثم إلى انجلترا مع ابنه آجى فى طائرة صغيرة.

انتهى المطاف ببوهر فى الولايات المتحدة حيث انضم إلى جهود صناعة القنبلة الذرية في لوس آلاموس فى نيومكسيكو. وبعد تفجير أول قنبلة ذرية سنة ١٩٤٥م، أصبح معارضًا للحفاظ على سرية تصنيعه. كرس بوهر جهده بعد ذلك لتحويل الطاقة النووية إلى خدمة الأهداف المدنية والسلام، ونظم مؤتمرًا للسلام فى جنيف سنة ١٩٥٥م. أطلق الاتحاد الدولى للكيمياء البحتة والتطبيقية اسمه على العنصر رقم ١٠٧ ليصبح اسمه بوهريوم (Bh).

الكيمياء الحيوية - ١٩٥٣:

شهد العام ١٩٥٣م طفرتين تاريخيتين فى علم الكيمياء الحيوية، فقد تمكن العالم موللر من تخليق الأحماض الأمينية

بإمرار شحنة كهربية (تفريغ كهربى) فى خليط من بخار الماء والنشادر والميثان وثانى أكسيد الكربون فى درجة حرارة مرتفعة فى محاكاة لجو كوكب الأرض، فحصل فى النهاية على أحماض أمينية.

أما الطفرة الثانية فكانت التوصل إلى بنية الحمض النووى DNA، والذى يحمل الشفرة الوراثية فى خلايا جميع الكائنات الحية نباتات كانت أم حيوانات.

كان إرساء علم الكيمياء الحيوية واحداً من أهم إنجازات القرن العشرين فى مجال الكيمياء. وقد بدأ هذا العلم بالتحليل البسيط للسوائل الحيوية، وقد تطورت طرق التحليل بسرعة لتقدير طبيعة ومهمة معظم مكونات الخلايا المعقدة.

وبحلول منتصف القرن العشرين كشف الكيميائيون الحيويون الشفرة الچينية، وتعرفوا على وظائف الچينات التى تمثل أساس الحياة كلها. نما هذا العلم بشكل هائل لدرجة أنه أصبح علماً جديداً يعرف باسم البيولوچيا الجزيئية. وكان لأبحاث كل من روزالين فرانكلين، وچيمس واطسون وفرانسيس كريك الفضل فى تعرف بنية DNA، وتفسير كيفية نقل الشفرة الوراثية.

روزالين فرانكلين (١٩٢٠ - ١٩٥٨م)، أخصائية في الكيمياء الفيزيائية من بريطانيا، اشتهرت باكتشافها بنية الحلزون المزدوج لحمض DNA (الحمض الريبونووى منزوع الأكسچين)، وهو الجزئ الموجود في كل الخلايا الحية ويحتوى المادة الوراثية. وقد توفيت روزالين قبل أن يحصل زملاؤها ويلكينز وواطسون وكريك على جائزة نوبل في الكيمياء على إنجازاتهم في مجال تحديد بنية DNA.

وما زال الجدل قائماً حول ما إذا كانت روزالين ستشاركهم الجائزة لو امتد بها العمر أربع سنوات أخرى، ومن المعروف أن الجائزة لا تمنح للموتى.

وكانت النتائج الأساسية قد وصلت لواطسون وكريك بواسطة ويلكينز دون علم منها. فأضافوا لها ما وجدوه، الأمر الذى مكنهم من حل معضلة بنية DNA . أنهت روزالين دراستها في كمبريدچ سنة ١٩٤١م ثم أكملت دراستها العليا في نفس الجامعة. سافرت سنة ١٩٤٧م لفرنسا لدراسة تقنية استخدام أشعة X لدراسة بنية الكربون.

وقد طوعت روزالين هذه التقنية فيما بعد لدراسة بنية DNA . كما أنها حددت موقع فوسفات السكر هذا الجزئ. كان ويلكينز على علاقة غير طيبة بروزالين، الأمر الذى يبدو أنه دفعه لإعطاء نتائجها لواطسون وكريك لم تكن روزالين تعرف أن نتائجها كانت هى الأساس لما نشره واطسون وكريك فى مجلة «نيتشر» لأنها نشرت فى العدد نفسه من المجلة بمشاركة مع ويلكينز قطعًا من DNA .

انقطعت روزالين عن دراسة DNA واهتمت بكيمياء وبنية الڤيروسات الحية ممثلة فى ڤيروس شلل الأطفال. وبعد وفاتها متأثرة بالسرطان، لم يعمل أى باحث على الڤيروسات الحية لخطورتها.

چيمس ديوى واطسون. كيميائى حيوى من الولايات المتحدة حصل على نوبل سنة ١٩٦٢م لمساهمته فى تحديد بنية DNA بمشاركة فرانسيس كريك وموريس ويلكينز من بريطانيا. وقد اقتسم الثلاثة جائزة نوبل.

كتب واطسون كتابه «الحلزون المزدوج» سنة ١٩٦٨م،

وفى السنوات الأخيرة ساعد فى الإشراف على مشروع الچينوم البشرى.

فرانسيس هارى كومبتون كريك. فيزيائى حيوى من بريطانيا، ساهم فى تحديد بنية DNA ، وحصل على جائزة نوبل لهذا الإنجاز سنة ١٩٦٢م مشاركة مع موريس ويلكينز وچيمس واطسون.

واصل كريك أبحاثه فى كاليفورنيا عن وظائف المخ، بعد أن ترك أبحاث الشفرة الچينية والڤيروسات.

الاتجاهات الحديثة فى الكيمياء:

كان الفحم وتقطيره هو المحرك للكيمياء فى القرن التاسع عشر؛ حيث أنتجت الأصباغ والأدوية. لم يدم الأمر كثيراً مع بداية القرن العشرين؛ لأن الإشعاع والسيارة وهنرى فورد قاموا بالدفع الحقيقى للكيمياء. فالإشعاع عرفنا على النظائر وساعد فى اكتشاف مجموعة من العناصر، وانتهى به الأمر فى نجازاكى وهيروشيما بالقضاء على مئات الآلاف فى انفجارين مهولين لم تشهد أى حرب - ولو فى الخيال - مثيلاً لهما.

أما السيارة فقد فرضت البحث عن بديل للمطاط الطبيعى من جهة، وعن وقود مناسب من جهة أخرى، وصمم هنرى فورد خطوط الإنتاج وجعل السيارة شيئًا متاحًا حتى لعمال مصانعه، الأمر الذى عجَّل بالبحث عن البترول والبتروكيماويات، وفرض إنتاج بديل للمطاط الطبيعى من البولمرات المناسبة.

وقد تزامن كل ذلك مع التقدم الهائل فى التكنولوچيا الحيوية وعلم المواد، والذى ساعد فى تحديد الجبهات التى تطورت عليها البحوث الكيميائية.. ففى مجال التكنولوچيا الحيوية ساهمت أجهزة التحليل المتقدمة فى نشأة تجمع دولى لتحديد ودراسة الچينوم البشرى.

ومن المتوقع أن يؤدى النجاح فى هذا المجال إلى تغيير طبيعة مجالات أخرى مثل البيولوچيا الجزيئية والطب. أما علم المواد فهو علم مشترك بين الفيزياء والكيمياء والهندسة يتحكم فى تصميم المواد الحديثة مثل الموصلات الفائقة فى درجات الحرارة المرتفعة نسبيًا، وهى مركبات السيراميك التى تفقد مقاومتها لسريان التيار الكهربى فوق ٧٧ كلفن (– ١٩٦C)،

كما تم التقدم فى توصيف الأسطح باختراع الميكروسكوب الماسح النفقى، والذى يمكن أن يعطى صوراً لبعض الأسطح بمستوى فصل يصل إلى الذرات (!!!).

وحتى فى مجالات الكيمياء التقليدية، فإن أدوات التحليل فائقة الدقة قد زودت الكيميائيين بتفاصيل غير مسبوقة عن الكيماويات وتفاعلاتها. فعلى سبيل المثال، تم التوصل إلى لقطات لتفاعلات كيميائية فى الحالة الغازية، تتم على مستوى الفيمتوثانية (10^{-15}s)، أى فى حدود جزء من مليون من البليون من الثانية، ولتقريب مفهوم الفيمتوثانية يقول الدكتور أحمد زويل (نوبل سنة ١٩٩٩م) أن نسبة الفيمتوثانية إلى الثانية كنسبة الثانية إلى ٣٢ ألف سنة (!!!). ساعدت تقنية الليزر فى هذا الإنجاز، الذى توج بمنح العالم المصرى الأمريكى أحمد زويل جائزة نوبل.

أحمد زويل.. ولد في دمنهور بمحافظة البحيرة بمصر وتعلم في جامعة الاسكندرية، ثم درس في الولايات المتحدة، ويشغل كرسي الأستاذية في الكيمياء والفيزياء بمعهد كاليفورنيا للتقانة. اشتهر بتصميمه أسرع كاميرا (آلة تصوير)

فى العالم تأخذ اللقطة فى 10^{-15} ثانية (فيمتوثانية) وحصل على جائزة نوبل سنة ١٩٩٩ عن هذا الإنجاز. يشغل اهتمامه الآن التكنولوجيا الحيوية، ويقود فريقاً كبيراً متميزاً فى هذا المجال.

توصل الكيميائيون حديثاً إلى أن السناج الناتج عن أقطاب الجرافيت يحتوى على نوع جديد من صور الكربون هو C_{60} واسمه بوكمينستر فوللورين، وله شكل كرة القدم. وقد شخصت خواص هذا المركب بسرعة فائقة باستخدام مجموعة كبيرة من أجهزة التحليل المتاحة حالياً. وقد تم تعرف أملاح لفلزات الإقلاء مع C_{60} اتضح أنها موصلات فائقة.

الكيمياء فى الصناعة وعالم رائع من خلال الكيمياء:

فى مدخل معرض نيويورك الدولى فى الستينيات كانت هناك لافتة تؤكد أن ثمة «عالم رائع من خلال الكيمياء»؛ لما قدمته الكيمياء وتقدمه وسوف تقدمه. فقد تمكن عالم الكيمياء الألمانى فريتس هابر من «صنع الخبز من الهواء» بكل معنى الكلمة.

باءت المحاولات الأولى لتثبيت النيتروچين - $\frac{٤}{٥}$ الغلاف الجوى والعنصر الأساسى فى كل الأجسام الحية - بالفشل؛ لأنها كانت محاولات لأكسدته بواسطة الأكسچين. أما فريتس هابر فقد سلك الطريق العكسى باختزال النيتروچين بواسطة الهيدروچين (النيتروچين من الهواء والهيدروچين من الماء أو الوقود وبخار الماء)؛ ليحصل على النشادر، والتى تتأكسد بسهولة للحصول على حمض النيتريك والنترات والأسمدة، التى رفعت الغلة الزراعية للأراضى عشرة أضعاف أو أكثر.

فريتس هابر (١٨٦٨ - ١٩٣٤م) كيميائى ألمانى، حصل على نوبل، اشتهر بتخليقه للأمونيا بطريقة رخيصة. ولد هابر فى مدينة ألمانية تتبع بولندا الآن. شغل منصب أستاذ الكيمياء الفيزيائية بجامعة برلين، ثم مديراً لمعهد القيصر ويلهلم للكيمياء الفيزيائية. وأثناء الحرب العالمية الأولى، كان على رأس جهاز الحرب الكيمياوية الألمانى، والذى استخدم سلاح الغازات السامة لأول مرة فى التاريخ، الأمر الذى دفع زوجته للانتحار.

حقق سنة ١٩١٣ تخليق الأمونيا ففتح الباب على مصراعيه للكيمياء لتلعب الدور الرئيسى فى الإنتاج الزراعى

(أسمدة ثم مبيدات). وعلى الرغم من عدم تعصبه إلا أنه فصل من ألمانيا أيام حكم النازيين، ورحل إلى سويسرا حيث وافته المنية بعد عام واحد.

وتستخدم تقنية هابر - بوش الآن فى إنتاج المتفجرات والغذاء (أى تناقض لدور الكيمياء هذا؟).

تشاركت الكيمياء الصناعية مع تدريب الكيميائيين فى إحداث التقدم الهائل لهما. وحتى ١٥٠ سنة مضت، لم يكن هناك تدريب مهنى للكيميائيين. وكان التقدم فى الكيمياء يتم بفضل المهتمين بهذا العلم، والذين لم يبذلوا أى جهد منظم لتدريب العاملين الجدد فى هذا المجال. كان الأطباء والهواة الأثرياء غالباً ما يستأجرون مساعدين لهم، واصل القليل منهم أبحاثه بعد ذلك.

ومع بداية القرن التاسع عشر بدأ هذا النظام العشوائى يتغير؛ فقد تأسس عديد من الجامعات الألمانية فى هذا البلد العريق، صاحب التقاليد العظيمة فى البحث العلمى.

وتأسس مركز بحثى فى الكيمياء فى مدينة «جيسين»

على يد الكيميائى الألمانى جوستوس لايبج؛ ليصبح المعمل الأول من نوعه فى العالم. وقد لاقى المعمل نجاحاً كبيراً لدرجة أنه اجتذب عديداً من الدارسين من جميع أنحاء العالم، الأمر الذى جعل الجامعات الألمانية الأخرى تحذو حذوه.

بدأ عدد كبير من الكيميائيين الشبان يتدربون فى اللحظة نفسها التى بدأت فيها الكيمياء الصناعية طرق الاكتشافات الجديدة، وقد حدث هذا التقدم متزامناً مع الثورة الصناعية. وكانت طريقة لابلانش فى إنتاج الصودا من أوائل العمليات الصناعية، على مستوى كبير، والتى تطورت فى فرنسا سنة ١٧٩١م، وتم استخدامها فى إنجلترا سنة ١٨٢٣م.

كانت المعامل فى هذه الصناعات النامية تستوعب طلاب الكيمياء المتدربين الجدد، وكانت فى الوقت نفسه توظف أساتذة الجامعة كمستشارين.

أفاد كل من الصناعة والجامعة بعضهما البعض، وكان للنمو السريع فى الصناعات الكيميائية العضوية بحلول نهاية القرن التاسع عشر الفضل فى إنتاج الأصباغ الألمانية والمنتجات

الصيدلية، التى أعطت لألمانيا التفوق والسيادة فى هذا المجال قبل الحرب العالمية الأولى.

وبعد الحرب انتشر النظام الألمانى فى كل الدول الصناعية على مستوى العالم؛ مما ساعد فى النمو السريع للكيمياء والصناعات الكيميائية. تطور استخدام تفاعلات الإنزيمات (الحوافز الحيوية) فى العمليات الصناعية بشكل أساسى لرخصها وإنتاجيتها العالية. واليوم تقوم الصناعات الكيميائية باستخدام الكائنات الدقيقة المعدلة (المهندسة) چينيًّا فى أغراض صناعية (مثل إنتاج الإنسولين البشرى).

خاتمة :

كان للكيمياء دائماً تأثيرها الهائل على الحياة البشرية، ففى العصور الأولى كانت التقنية الكيميائية تستخدم لفصل المواد الطبيعية المفيدة، ولإيجاد طرق جديدة لاستخدامها. وفى القرن التاسع عشر تطورت التقنيات لتخليق مواد جديدة تماماً، قد يكون بعضها أفضل من مثيلاتها الطبيعية، ويمكن أن يحل البعض الآخر محل المنتجات الطبيعية لرخصها.

وبزيادة درجة تعقيد المركبات المختلفة، بدأت تظهر مواد جديدة لها استخدامات مستحدثة. فالبلاستيك والأنسجة الجديدة قد تطورت كثيراً، وكذلك غزت أدوية كثيرة مخلقة عديداً من الأمراض وتغلبت عليها. وفى الوقت نفسه، بدأت العلوم التى كانت فيما يبدو منفصلة عن بعضها فى التقارب. فالفيزيائيون والبيولوچيون والچيولوچيون قد طوروا تقنياتهم الخاصة وكذلك نظرتهم إلى العالم.

لكن الآن أصبح واضحاً تماماً أن كل علم يدرس المواد وتغيراتها بطريقته الخاصة، وتقبع الكيمياء كأساس لكل تلك العلوم. ونتيجة لذلك أصبحت المناهج عبر العلوم (المناهج المتداخلة) مثل الچيوكيمياء والبيوكيمياء (الكيمياء الحيوية) تثرى العلوم الأم.

وعلى الرغم من أن التقدم العلمى فى السنوات الأخيرة كان مدوياً، إلا أنه لم يكن دون مخاطر. كان أكبر هذه المخاطر هو استخدام المواد المشعة والبيولوچيا الجزيئية؛ فقد يؤدى استخدام المواد المشعة إلى الإصابة بالسرطان، وكذلك استخدام

المبيدات التى كان من المعتقد أنها بلا خطـورة، فأصبحت الآن خطـرة على النبات والخـلايا البشرية.

وقـد تم إنتاج هـذه المواد الخطرة بكميات هائلة وبانتشار واسع؛ الأمر الذى يلزم الكيميائيين باكتشاف مواد جديدة تقاوم خطورة هذه المواد من مبيدات ومواد مشعة، وهو ما يشكل أكبر تحد أمام العلم اليوم.

لمزيد من التفاصيل

1. Dictionary of Scientific Biography, 1, Charles Coulston Gillispie, editor (Scribrer's New York, 1976).

2. Henry M. Leicester, the Historical Background of Chemistry (Dover, New York, 1956).

3. J.R. Partington, A Short History of Chemistry, 3rd ed., (Macmillan, New York, 1957).

4. Stephen F. Mason, A History of the Sciences (Collier, New York, 1962).

٥. إبداعات النار ، كاتى كوب و هارولد جولدوايت ، ترجمة فتح الله الشيخ ومراجعة شوقى جلال ، (عالم المعرفة – 266 – فبراير سنة 2001) .

رقم الإيداع : ٢٠٠٥/٢٢٩٦١
I.S.B.N : 977-281-293-2

مطابع الدار الهندسية/القاهرة
تليفون/فاكس : (٢٠٢) ٥٤٠٢٥٩٨